

Anna Häkkänen

# Maanteiden perusverkon eritasoliittymien turvallisuus





Anna Häkkänen

# Maanteiden perusverkon eritasoliittymien turvallisuus

Opinnäytetyö 16/2016

Liikennevirasto  
Helsinki 2016

*Kannen kuva: Liikenneviraston kuva-arkisto*

Verkkojulkaisu pdf ([www.liikennevirasto.fi](http://www.liikennevirasto.fi))

ISSN 2343-1741

ISBN 978-952-317-319-4

Liikennevirasto

PL 33

00521 HELSINKI

Puhelin 0295 34 3000

**Anna Häkkänen: Maanteiden perusverkon eritasoliittymien turvallisuus.** Liikennevirasto, hankesuunnitteluosasto. Helsinki 2016. Opinnäytetyö 16/2016. 86 sivua ja 3 liitettä. ISSN 2343-1741, ISBN 978-952-317-319-4.

**Avainsanat:** liittymät, liikenneturvallisuus, liikenneonnettomuudet, maantiet

## Tiivistelmä

Tutkimuksen tavoitteena oli selvittää perusverkon eritasoliittymien turvallisuuden nykytila tutkimalla onnettomuuksien yleisyyttä, jakautumista ja syitä. Tarkoituksena oli tutkia turvallisuuden kehitystä sekä tunnistaa suunnitteluratkaisujen vaikutus liittymien turvallisuuteen. Liittymä- ja onnettomuustiedot kerättiin tierekisteristä, ja aineistoa käsiteltiin Excel-taulukkolaskentaohjelmalla.

Aineisto koostui 168 perusverkon eritasoliittymästä, jotka luokiteltiin Liikenneviraston suunnitteluohjeen mukaisesti liittymätyyppeihin. Tarkastelujakson eli vuosien 2008–2015 aikana liittymissä tapahtui yhteensä 2388 onnettomuutta. Henkilövahinko- eli hvj-onnettomuuksia tapahtui 415, joista 11 oli kuolemaan johtaneita. Kaikkien liittymien onnettomuusaste oli 0,34 ja hvj-onnettomuusaste 0,06 onnettomuutta miljoonaa liittymään saapuvaa ajoneuvoa kohden. Yksiajorataisten teiden eritasoliittymien onnettomuus- ja hvj-onnettomuusasteet olivat kaksiajorataisia pienemmät. Suuntaiseritasoliittymien onnettomuusasteet olivat liittymätyypeistä pienimmät ja puolineliapilaliittymien suurimmat. Onnettomuudet sijoittuivat eritasoliittymän vaikutusalueella useimmiten (33 %) sivutien ramppiliittymään. Näistä yleisimpiä olivat peräänajo ja suistuminen risteämiskohdassa. Päätien vaikutusalueella onnettomuuksia oli 29 %, josta suurin osa oli eläinonnettomuuksia. Päätien ramppiliittymässä tapahtui 22 % onnettomuuksista. Näistä yleisimpiä olivat peräänajo ja suistuminen risteämiskohdassa. Yleisimmät onnettomuustyytit koko aineistossa olivat kääntyvän ajoneuvon onnettomuus (24 %), suistuminen (21 %), peräänajo (20 %) ja eläinonnettomuus (10 %).

Eritasoliittymien turvallisuuteen vaikuttavat muun muassa suuri liikennemäärä ja sivutien liikenteen suuri osuus, lähellä sijaitsevat eritaso- ja tasoliittymät sekä liittymän ympäristössä sijaitsevat liikennemäärää lisäävät palvelut ja toiminnot. Sivutien nelihaaraiset ramppiliittymät sekä maantien ja kadun väliset eritasoliittymät todettiin turvallisuuden kannalta ongelmallisiksi ratkaisuiksi. Kiertoliittymä sivutien ramppiliittymässä oli turvallisuuden kannalta hyvä ratkaisu. Lisäksi silmukkarampit lisäävät onnettomuusriskiä suoriin rampeihin verrattuina.

Vertaamalla tämän tutkimuksen tuloksia vuonna 2000 valmistuneeseen Tielaitoksen toteuttamaan tutkimukseen voidaan todeta perusverkon eritasoliittymien turvallisuuden parantuneen ja erityisesti onnettomuuksien vakavuuden lieventyneen. Samanaikaisesti liikennemäärät ovat kasvaneet. Tässä tutkimuksessa määritettyjä arvoja voidaan pitää luotettavina ja vertailukelpoisina edelliseen tutkimukseen nähden.

**Anna Häkkänen: Säkerheten i planskilda anslutningar.** Trafikverket, projektplanering. Helsingfors 2016. Lärdomsprov 16/2016. 86 sidor och 3 bilagor. ISSN 2343-1741, ISBN 978-952-317-319-4.

## Sammandrag

Målet med undersökningen var att analysera nuläget gällande säkerheten i basvägnätets planskilda anslutningar genom att undersöka olycksfrekvensen, olycksfördelningen och -orsakerna. Avsikten var att undersöka hur säkerheten utvecklats samt identifiera hur planeringslösningarna har påverkat säkerheten i anslutningarna. Data om anslutningarna och olyckorna samlades in ur vägatabanken och materialet behandlades i Excel.

Det samlades in data om 168 planskilda anslutningar i basvägnätet, som indelades i anslutningstyper enligt Trafikverkets planeringsanvisning. Under den undersökta perioden, 2008-2015, inträffade totalt 2388 olyckor i anslutningar. Det skedde 415 personskadeolyckor, varav 11 med dödlig utgång. Antalet olyckor i alla anslutningar var 0,34 och antalet personskadeolyckor var 0,06 olyckor per en miljon fordon som anlände till anslutningen. Antalet olyckor och personskadeolyckor i planskilda anslutningar var mindre på vägar med en körbana än på vägar med två körbanor. Av de olika anslutningstyperna var olycksgraden högst i halva klöverblad och lägst i ruter korsningar. På de planskilda anslutningarnas verkningsområde inträffade flest olyckor (33 %) i sekundärvägsanslutningar. De vanligaste orsakerna till dessa var påkörning bakifrån och avkörning mellan rampen och sekundärvägen. Andelen olyckor på primärvägens verkningsområde, av vilka de flesta var viltolyckor, var 29 %. Av dessa skedde 22 % i primärvägsanslutningar. Här var de vanligaste olycksorsakerna påkörning bakifrån och avkörning mellan rampen och primärvägen. De vanligaste olycksorsakerna i hela materialet var olycka vid svängande fordon (24 %), avkörning från vägbanan (21 %), påkörning bakifrån (20 %) och viltolyckor (10 %).

Faktorer som påverkar säkerheten i planskilda anslutningar är bland andra stora trafikmängder och andelen trafik på sekundärvägarna, närliggande planskilda anslutningar och plankorsningar samt tjänster och funktioner som ökar trafikmängden i närheten av anslutningen. Fyrvägsrampanslutningar till sekundärvägar samt planskilda korsningar mellan landsväg och gata konstaterades vara problematiska ur säkerhetssynpunkt. Däremot är en cirkulationsplats vid en rampanslutning till sekundär väg en bra lösning ur säkerhetssynpunkt. På klöverbladsramp är risken för olyckor högre än på raka ramper.

Genom att jämföra resultaten från denna undersökning med Vägverkets undersökning från 2000, kan man konstatera att säkerheten har ökat i basvägnätets planskilda anslutningar och framför allt att olyckorna inte är lika allvarliga som tidigare. Samtidigt har trafikmängden ökat. Värdena som fastställts i denna undersökning kan anses vara tillförlitliga och jämförbara med den föregående undersökningen.

**Anna Häkkänen: Traffic safety at grade-separated junctions.** Finnish Transport Agency, Project Planning. Helsinki 2016. Thesis 16/2016. 86 pages and 3 appendices. ISSN 2343-1741, ISBN 978-952-317-319-4.

## Summary

The aim of this study was to investigate the present state and development of traffic safety at grade-separated junctions and to recognise the influence of geometric design on traffic safety. This was carried out by investigating the number of accidents, accident rates, the exact locations of accidents and the most common accident types within the study area. The data was obtained from the road network database maintained by the Finnish Transport Agency. The analysis was conducted using Microsoft Excel.

The research data represented 168 typical grade-separated junctions in the Finnish basic road network. The junctions were classified into junction types, listed in the design manual. A total of 2,388 accidents occurred at these junctions during the study period of 2008-2015. Accident data included 415 injury accidents, of which 11 were fatal. The accident rate for all the junctions was 0.34 accidents and the rate of personal injuries was 0.06 accidents per million vehicles arriving at the junction. The accident rate and injury accident rate for single carriageways were lower than those for dual carriageways. The half-cloverleaf junctions had the highest accident rates, and the half-diamond junctions had the lowest. Most of the accidents (33 %) occurred at ramp junctions between the ramp and the secondary road, 29 % were in the influence area of the junction on the primary road, and 22 % were at the ramp junctions between the ramp and the primary road. Accidents involving a turning vehicle were the most common accident type (24 %). Other typical accident types were single-car accidents (running off the road) (21 %), rear-end accidents (20 %) and accidents involving animals (10 %).

The factors affecting the safety of grade-separated junctions included traffic volume, the share of the traffic volume on the secondary road, nearby grade-separated and at-grade junctions, as well as other functions and services that increase the traffic volume. Four-legged ramp junctions and grade-separated junctions between a road and a street were recognised as posing challenges for traffic safety, whereas roundabouts on the ramp junction of the secondary road had a positive effect on safety. In addition, loop ramps were found to increase the risk of accidents more than straight ramps.

By comparing the results of this study with the Finnish Road Administration's study completed in 2000, it can be stated that the traffic safety at grade-separated junctions has improved even though the traffic volumes have increased. Especially, the severity of the accidents has declined. Despite the uncertainties related to the data used and the analysis, the results and values determined in this study are considered reliable and comparable with those of the previous study.

## Esipuhe

Perusverkon eritasoliittymien turvallisuutta on tutkittu aiemmin vuonna 2000 valmistuneessa tutkimuksessa, mutta eritasoliittymien määrä on sittemmin kasvanut. Suunnitteluohje perusverkon eritasoliittymille ilmestyi tammikuussa 2016, joten ti verkolla olevat liittymät edustavat eri aikakausien ratkaisuja. Tässä tutkimuksessa on selvitetty eritasoliittymien turvallisuuden nykytila tutkimalla onnettomuuksien yleisyyttä, jakautumista ja syitä. Työssä on analysoitu turvallisuuden kehitystä sekä suunnitteluratkaisujen vaikutusta liittymien turvallisuuteen.

Tämän tutkimuksen on tehnyt Anna Häkkänen diplomityönä Aalto-yliopiston Insinööritieteiden korkeakouluun yhdyskunta- ja ympäristötekniikan koulutusohjelmaan. Työn valvojana on toiminut professori Terhi Pellinen Aalto-yliopiston Insinööritieteiden korkeakoulusta sekä ohjaajina Ari Liimatainen Liikennevirastosta ja Jarkko Valtonen Aalto-yliopiston Insinööritieteiden korkeakoulusta.

Helsingissä lokakuussa 2016

Liikennevirasto  
Hankesuunnitteluosasto



# Sisällysluettelo

LYHENTEET JA KÄSITTEET .....	8
1 JOHDANTO.....	9
1.1 Työn tausta.....	9
1.2 Tutkimusongelma .....	10
1.3 Työn tavoitteet.....	10
1.4 Työn rajausta .....	10
1.5 Työn rakenne.....	11
2 ERITASOLIITTYMÄT SUOMESSA.....	12
2.1 Suunnittelun ohjeistus .....	12
2.2 Rampit.....	13
2.3 Liittymätyypit.....	14
2.4 Sijainti- ja kaistajärjestelyt .....	17
2.5 Turvallisuus.....	19
3 KOKEMUKSET ULKOMAILLA.....	25
3.1 Ruotsi .....	25
3.2 Norja .....	27
4 TUTKIMUSAINEISTO JA -MENETELMÄT .....	33
4.1 Liittymät.....	33
4.2 Onnettomuustiedot.....	36
4.3 Tutkimusmenetelmät .....	37
5 TUTKIMUSTULOKSET .....	41
5.1 Onnettomuusmäärät .....	41
5.2 Onnettomuusasteet .....	42
5.3 Onnettomuuksien sijainti .....	46
5.4 Onnettomuustyypit.....	49
6 TULOSTEN ANALYSOINTI .....	54
6.1 Liittymätyyppikohtainen tarkastelu .....	54
6.2 Muiden suunnitteluratkaisujen vaikutus .....	60
6.3 Keskiarvoista poikkeavat liittymät.....	65
6.4 Vertailu edellisen tutkimuksen tuloksiin .....	73
6.5 Tulosten luotettavuus .....	77
7 YHTEENVETO JA PÄÄTELMÄT .....	80
LÄHDELUETTELO .....	84
LIITTEET	
Liite 1 Liikenneonnettomuustyyppikuvasto	
Liite 2 Aineiston eritasoliittymät liittymätyypeittäin	
Liite 3 Liittymätyyppien hvj-onnettomuusasteiden tilastollinen arviointi	

## Lyhenteet ja käsitteet

Digiroad	Liikenneviraston ylläpitämä kansallinen tietojärjestelmä, johon on koottu Suomen tie- ja katuverkon geometria ja tärkeimmät ominaisuustiedot.
Eritasoliittymä	Liikenteen solmukohta, jossa tiet tai kadut risteävät eritasossa ja rampit yhdistävät eri tasoilla sijaitsevat väylät toisiinsa.
Google Maps	Googlen tarjoama online-karttapalvelu
Google Street View	Googlen tarjoama katunäkymäpalvelu
Henkilövahinko- eli hvj-onnettomuus	Onnettomuus, joka on johtanut kuolemaan tai loukkaantumiseen.
Kuolemaan johtanut onnettomuus	Onnettomuus, jonka seurauksena vähintään yksi henkilö on kuollut 30 vuorokauden kuluessa onnettomuudesta.
KVL	Keskivuorokausiliikenne
Loukkaantumiseen johtanut onnettomuus	Onnettomuus, jonka seurauksena kukaan ei ole kuollut, mutta vähintään yksi henkilö on loukkaantunut.
LVM	Liikenne- ja viestintäministeriö
Onnettomuusaste	Onnettomuuksien määrä jaettuna vuosittaisella liikennesuoritteella. Liittymässä onnettomuuksien määrä miljoonaa liittymään saapuvaa ajoneuvoa kohden (onn./milj.saap.ajon.).
Perusverkko	Sekaliikenneteistä koostuva maantieverkon osa, johon eivät kuulu moottoritiet eivätkä moottoriliikennetiet.
Sekaliikennetie	Maantie, jolla ajaminen on sallittu kaikilla ajoneuvotyypeillä.
Suuntaistasoliittymä	Rampin tai tien päässä sijaitseva liittymä, jossa on mahdollista kääntyä vain oikealle risteävälle tielle ja vasemmalle kääntyminen on kielletty sekä estetty rakenteellisesti.
TARVA	Tiehallinnon Turvallisuusvaikutusten arviointi vaikutuskertoimilla -ohjelma.
TEN-T-verkko	Euroopan unionin tukema Euroopan laajuinen liikenneverkko (Trans-European transport networks), joka käsittää maantie-, rautatie-, sisävesi-, lento- ja meriliikenneyhteyksiä.
Tiemappi	Peruskarttakäyttöliittymä Liikenneviraston ja sidosryhmien käyttäjille.
Tierekisteri	Liikenneviraston tietoaaineisto, josta voi hakea yleistietoja, onnettomuustietoja, tietoja varusteista ja laitteista sekä kuntotietoja Liikenneviraston ylläpitämästä tieverkosta. Tieriekisterin onnettomuusteema sisältää tiedot kaikista onnettomuuksista, jotka poliisi on kirjannut järjestelmäänsä.
Tiira	Liikenneviraston tienpitoon liittyvä raportointijärjestelmä, josta on haettavissa tietoa tiestöstä, onnettomuuksista, silloista, päällysteen kunnosta ja liikenteestä.

# 1 Johdanto

## 1.1 Työn tausta

Suomessa tieliikenteelle on asetettu tavoite jatkuvasta liikenneturvallisuuden parantumisesta. Tavoite pohjautuu liikenneturvallisuusvisioon, jonka mukaan liikennejärjestelmä on suunniteltava siten, että kenenkään ei tarvitse kuolla eikä loukkaantua vakavasti tieliikenteessä. EU-jäsenmaana Suomi on sitoutunut puolittamaan tieliikennekuolemien määrän sekä vähentämään loukkaantumisten määrää neljänneksellä vuoteen 2020 mennessä vuoden 2010 määristä. Tieliikennekuolemien sekä henkilövahinkojen määrä on pitkällä aikavälillä ollut laskussa, mutta ei riittävästi. (Liikenne- ja viestintäministeriö 2014, Liikennevirasto 2015b.)

Teiden ja liittymien suunnittelulla voidaan omalta osaltaan vaikuttaa liikenneturvallisuuteen, vaikka onnettomuuksien syntyyn vaikuttavatkin useat seikat, kuten asenteet, ajokunto, ajoneuvokanta, sää- ja keliolosuhteet sekä havainnointivirheet ja muut ihmilliset syyt. Turvallisten suunnitelmaratkaisujen toteuttamista edistetään nykyään EU:n tieturvallisuusedirektiiviin 2008/96/EY perustuvalla tieturvallisuusarviointimenettelyllä. Direktiiviä sovelletaan sellaisenaan vain Euroopan laajuisen TEN-T-liikenneverkon hankkeissa. Tieturvallisuusarviointimenettely on esitetty maantiesäätölaissa, ja ohjeet menettelyä varten on laatinut Liikenteen turvallisuusvirasto Trafi. Tieturvallisuusarvioijilta edellytetään Trafin myöntämä pätevyys. Lisäksi Suomessa on tehty Liikenneviraston ohjeiden mukaisia liikenneturvallisuustarkastuksia. Kokemusten perusteella tieturvallisuusarviointimenettely on parantanut suunnitelmien laatua ja ratkaisujen turvallisuutta. Arvioinneissa tyypillisesti esiinnousseet asiat liittyvät erityisesti risteämisten ja liittymien turvallisuuteen ennen kaikkea jalankulkijoiden ja pyöräilijöiden näkökulmasta. Myös näkemät sekä kaista- ja ramppijärjestelyt nousivat usein esiin. (Liikenteen turvallisuusvirasto 2016.)

Perusverkolla eli sekaliikenneteistä koostuvalla maantieverkolla liittymät ovat useimmiten tasoliittymiä, mutta liittymät voidaan rakentaa myös eritasoliittymiksi olosuhteiden sitä edellyttäessä. Perusverkon eritasoliittymät sijaitsevat pääasiassa vilkkailla valta- ja kantateillä. Eritasoliittymän toteuttaminen on perusteltua esimerkiksi liikenteen toimivuuden ja sujuvuuden parantamiseksi, sillä eritasoliittymän välityskyky on tasoliittymää suurempi. Eritasoliittymän rakentaminen voi tulla kyseenalaisen myös teiden nopeusrajoitusten, liikennemäärien, liikenneturvallisuuden, liikennetalouden, maankäytön tai maasto-olosuhteiden perusteella. (Liikennevirasto 2015c.)

Perusverkon eritasoliittymien turvallisuutta on tutkittu viimeksi vuonna 2000 ilmentyneessä Tiehallinnon selvityksessä 21/1999. Selvityksessä käsiteltiin kaikkiaan 247:stä perusverkon eritasoliittymästä 95 liittymää ja analysoitiin niissä vuosina 1990–1997 tapahtuneet onnettomuudet. Perusverkon eritasoliittymien määrä on sittemmin kasvanut, ja nykyään tierekisterissä on 365 perusverkon eritasoliittymää. Tämä tutkimus on toteutettu, koska ajantasaista nykytilatietoa liittymistä ja niiden turvallisuudesta tarvitaan jälleen, jotta voidaan edistää riskialttiiden kohteiden tunnistamista ja turvallisten ratkaisujen toteuttamista.

## 1.2 Tutkimusongelma

Liittymät niihin liittyvine kaista- ja ramppijärjestelyineen on tunnistettu riskialttiiksi kohteiksi liikenneturvallisuuden kannalta (Liikenteen turvallisuusvirasto 2016). Aiempien tutkimusten pohjalta eritasoliittymien on todettu olevan tasoliittymiä turvallisempia. Perusverkon eritasoliittymien turvallisuuden kehittämiseksi on suositeltu muun muassa ramppiliittymien parantamistoimenpiteitä, joilla voitaisiin vähentää onnettomuuksien määrää ja lieventää niiden seurauksia. (Tielaitos 2000b.)

Liikenneviraston suunnitteluohje maanteiden perusverkon eritasoliittymille valmistui joulukuussa 2015. Aiemmin perusverkon eritasoliittymien suunnittelussa sovellettiin moottoriteiden eritasoliittymien suunnitteluohjetta. Perusverkon eritasoliittymien suunnitteluohjetta noudatetaan uusien ja parannettavien maanteiden eritasoliittymien suunnittelussa ja toteutuksessa, ja sen tavoitteena on yhtenäistää suunnittelukäytäntöjä. Nykyiset perusverkon eritasoliittymät edustavat eri aikakausien suunnittelmaratkaisuja, joten perusverkolla olemassa olevat ratkaisut eivät nykyisellään välttämättä ole uuden suunnitteluohjeen vaatimusten mukaisia. Liittymätyyppien yleisyydestä ja turvallisuudesta ei ole ajantasaista tietoa. Tämän lisäksi tarvitaan tietoa siitä, minkälainen vaikutus eri suunnitteluratkaisuilla on eritasoliittymien turvallisuuteen ja miten perusverkon eritasoliittymien turvallisuus on kehittynyt.

## 1.3 Työn tavoitteet

Työn tavoitteena oli tuottaa ajantasaista tutkimustietoa perusverkon eritasoliittymien turvallisuudesta analysoimalla onnettomuuksien jakautumista, syitä ja yleisyyttä tierekisteristä saatujen tietojen perusteella. Tavoitteena oli selvittää, kuinka paljon onnettomuuksia perusverkon eritasoliittymissä on tapahtunut, minkä tyyppisiä onnettomuuksia liittymissä tyypillisesti tapahtuu, miten onnettomuudet ovat sijoittuneet liittymän vaikutusalueella ja mitkä asiat lisäävät onnettomuuksien mahdollisuutta eritasoliittymissä. Työn tavoitteena oli tunnistaa suunnittelu- ja toteutusratkaisuiltaan riskialttiit liittymätyypit sekä esittää kehitysehdotuksia perusverkon eritasoliittymien turvallisuuden parantamiseksi. Lisäksi tavoitteena oli selvittää, onko perusverkon eritasoliittymien turvallisuudessa tapahtunut onnettomuustilastojen perusteella muutoksia edellisen tutkimuksen tuloksiin verrattuna.

## 1.4 Työn rajaus

Perusverkon tarkasteluun kuuluivat muut kuin moottori- ja moottoriliikennetiet. Perusverkon maantiet ovat sekaliikenneteitä, joilla ajaminen on sallittu kaikilla ajoneuvotyypeillä eli hitaiden ajoneuvojen liikkumista ei ole kielletty (Liikennevirasto 2015c). Kuntien ja kaupunkien katuverkko jätettiin niin ikään tämän työn tarkastelujen ulkopuolelle.

Tutkimuksessa tarkasteltiin aluksi kaikkia tierekisterissä olevia perusverkon eritasoliittymiä, mutta työn edetessä määritettiin vielä tarkemmin, mitkä eritasoliittymät soveltuivat tutkimukseen. Suunnitteluratkaisuiltaan poikkeukselliset ja tiedoiltaan puutteelliset liittymät rajattiin tutkimusaineiston ulkopuolelle. Lopullisessa tutkimusaineistossa oli 168 perusverkon eritasoliittymää. Eritasoliittymän ramppien

päissä olevat tasoliittymät kuuluivat tarkastelualueeseen, mutta muuten tasoliittymiä ei tässä työssä tarkasteltu.

Tutkimusaineistoon kuuluivat sekä henkilövahinko- eli hvj-onnettomuudet että omaisuusvahinko-onnettomuudet. Henkilövahinkoihin johtaneet onnettomuudet jaettiin lisäksi kuolemaan johtaneisiin ja loukkaantumiseen johtaneisiin onnettomuuksiin. Vakavat ja lievät loukkaantumiset on luokiteltu erikseen vuodesta 2014 alkaen, mutta kyseisen luokituksen mukainen aineisto ei ole avointa eikä siten ollut käytettävissä tässä tutkimuksessa. Työssä otettiin huomioon kaikki liikenneonnettomuustyyppi-kuvastossa (liite 1) tarkemmin kuvatut onnettomuustyyppit.

Onnettomuustiedot kerättiin vuosilta 2008–2015 eli yhteensä kahdeksan vuoden ajalta. Vuonna 2000 ilmestyneessä tutkimuksessa onnettomuusaineisto oli vuosilta 1990–1997, joten tässä työssä päätettiin käyttää yhtä pitkää ajanjaksoa. Tarkastellut liittymät on kahta lukuun ottamatta rakennettu ennen vuotta 2012. Uudemmissa liittymistä ei useimmiten ollut saatavissa riittävästi tietoa, jotta ne olisi voitu sisällyttää tutkimukseen. Tarkastelujakso oli näissä tapauksissa liian lyhyt ja liittymien ominaisuudet jäivät epäselviksi.

## 1.5 Työn rakenne

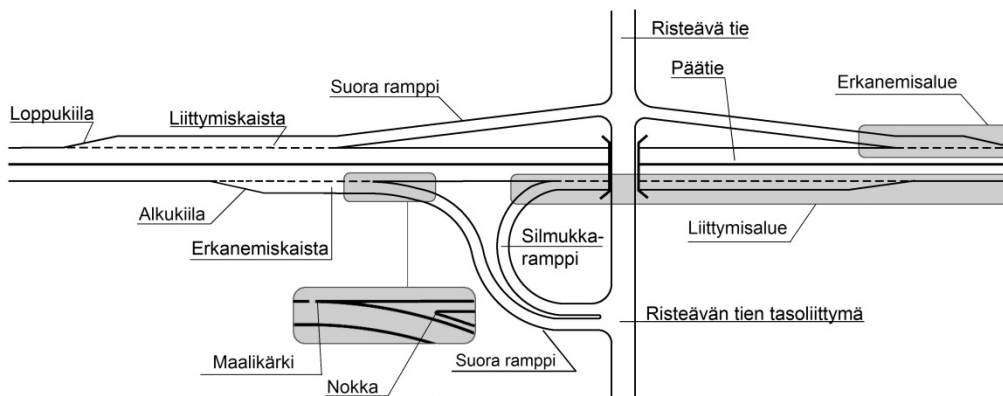
Työn ensimmäinen osa on kirjallisuustutkimus, jossa on selvitetty perusverkon eritasoliittymien suunnittelukäytäntöjä ja turvallisuutta Suomessa ja ulkomailla. Kirjallisuustutkimuksen jälkeen työssä kuvataan tutkimusaineistoa ja käytettyjä menetelmiä. Tutkimuksessa on selvitetty perusverkon eritasoliittymissä tapahtuneiden onnettomuuksien määrä ja liittymien onnettomuusasteet sekä tutkittu, miten onnettomuudet sijoittuivat liittymissä ja niiden vaikutusalueella. Yleisimmät onnettomuustyyppit on selvitetty tierekisterin onnettomuusteeman tietojen avulla. Tutkimustulokset esitetään kokoavien taulukoiden avulla luvussa 5. Tulosten analysointi -luvussa arvioidaan suunnitteluratkaisujen vaikutusta liikenneturvallisuuteen sekä tutkimuksen luotettavuutta ja vertaillaan tuloksia aiempiin tutkimuksiin. Lopuksi esitetään yhteenveto ja päätelmät sekä mahdolliset suositukset jatkotutkimusaiheiksi ja -toimenpiteiksi.

## 2 Eritasoliittymät Suomessa

### 2.1 Suunnittelun ohjeistus

Liikenneviraston (2015c) laatima perusverkon eritasoliittymien suunnitteluohje pyrkii yhtenäistämään sekaliikenneteiden eritasoliittymien suunnittelukäytäntöjä. Aiemmin perusverkon eritasoliittymien suunnitteluun ei ole ollut olemassa erillistä ohjetta. Uutta ohjetta käytetään suunniteltaessa uusia ja parannettavia eritasoliittymiä kaksikaistaisille sekä kaksiajorataisille 1+1-, 2+1- ja 2+2 -kaistaisille teille, jotka ovat pääasiassa valta- ja kantateitä. Ohjetta noudatetaan myös perusverkon eritasoliittymiä rakennettaessa ja parannettaessa sekä soveltuvin osin myös maanteiden ja katuverkon välisten eritasoliittymien suunnittelussa. (Liikennevirasto 2015c.) Päätieta risteävän tien ja ramppien välisten tasoliittymien suunnittelussa hyödynnetään Tiehallinnon (2001) ohjetta Tasoliittymät. Moottori- ja moottoriliikenneteiden eritasoliittymät puolestaan suunnitellaan ohjeiden Moottoriteiden eritasoliittymät osa A ja B (Tielaitos 1994 ja 1993) mukaisesti.

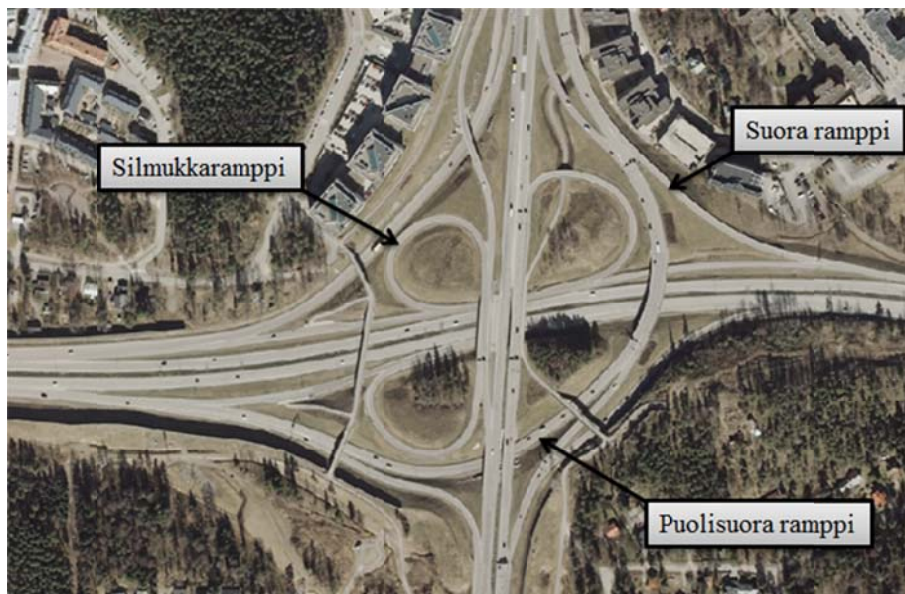
Perusverkon eritasoliittymät -suunnitteluohjeessa käsitellään uusien eritasoliittymien tarvearviointia, esitetään suunnittelu- ja mitoitusterusteet, eritasoliittymätyypit ja muodot sekä ohjeistetaan muissa eritasoliittymien suunnittelun osa-alueissa. Perusverkon liittymät ovat enimmäkseen tasoliittymiä, mutta eritasoliittymän rakentaminen voi tulla kyseeseen liikenteen toimivuuden ja liittymän turvallisuuden parantamiseksi tai maastonmuotojen niin edellyttäessä. Perusverkon eritasoliittymiin kuuluu usein ajoneuvoliikenteen lisäksi myös jalankulku- ja pyöräliikenteen järjestely. Eritasoliittymien keskeiset osat on esitetty kuvassa 1. Pää- ja sivutie yhdistyvät toisiinsa erkanemis- ja liittymisramppien sekä mahdollisten erkanemis- ja liittymiskaistojen välityksellä. Ohjeen mukaisesti liittyminen päätielle tapahtuu liittymiskaistan kautta lukuun ottamatta yksiramppisia ja yksityisteiden eritasoliittymiä. Suunnittelussa on pyrittävä ratkaisuun, jossa risteävä tie ylittää päätien, mikä on ajonopeuden muutosten, näkemien, massatalouden ja meluntorjunnan kannalta paras ratkaisu. (Liikennevirasto 2015c.)



Kuva 1. Eritasoliittymän osat (Liikennevirasto 2015c).

## 2.2 Rampit

Päätien ja risteävän tien välinen liikenne kulkee erkanemis- ja liittymisrampin kautta. Erkanemisramppi alkaa päätieltä ja liittyy risteävälle tielle, kun taas päätielle liittyvä liittymisramppi alkaa risteävältä tieltä. Erkanemis- ja liittymisrampeilla vaaditaan ajonopeuteen sopeutettu pysähtymisnäkemä, ja liittymiskohdassa tulee olla liittymisnäkemä taaksepäin päätielle. Rampin geometria vaihtelee suorasta rampista puolisuoraan tai silmukkaramppiin. Nämä rampityypit on esitetty kuvassa 2. Rampin geometrian mitoitus on kuvattu yksityiskohtaisesti Perusverkon eritasoliittymät -ohjeessa. (Liikennevirasto 2015c.)



Kuva 2. Rampityypit: suora, puolisuora ja silmukkaramppi.

Eritasoliittymän rampin erkanemis- ja liittymisperiaatteet on jaettu kolmeen tyyppiin: nopeaan, puolinopeaan ja hitaaseen. Nopean liittymisperiaatteen ratkaisuja käytetään moottoriteillä ja muilla suuren ajonopeuden väylillä. Rampin liittymiskohdassa on erkanemis- tai liittymiskaista, ja ajoneuvon nopeuden muutokset tapahtuvat rampilla. Puolinopean liittymistavan kohteissa liittymiskohdassa on joko erkanemis- tai liittymiskaista. Ajoneuvon nopeuden muutokset ajoittuvat osin erkanemis- ja liittymisalueille ja osin rampille. Hitaan periaatteen liittymät toimivat samalla periaatteella kuin tasoliittymät eikä liittymässä ole liittymiskaistoja. Taulukossa 1 on esitetty liittymisperiaatteet päätielle liittymätyyppikohtaisesti. Sivutielle liittyminen on perusverkon eritasoliittymissä useimmiten hitaan liittymistavan mukainen. (Liikennevirasto 2015c.)

Taulukko 1. Eritasoliittymien ramppien liittymisperiaatteet

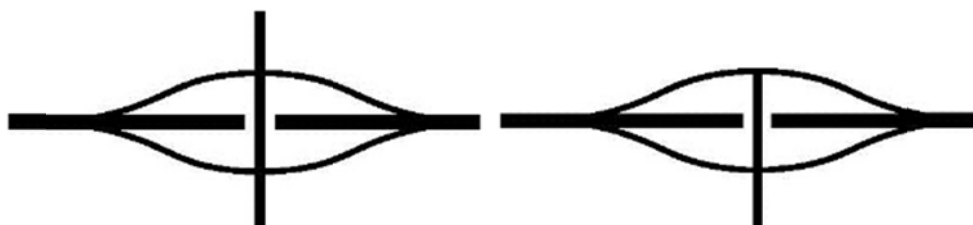
Eritasoliittymätyyppi	Liittymisperiaate päätiehen
<i>Maanteiden eritasoliittymät</i>	
Rombinen	Nopea
Puolineliapila	Nopea
Puolirombinen	Nopea
Kaksiramppinen eritasoliittymä	Puolinopea
Yksiramppinen eritasoliittymä	Hidas
<i>Yksityisten teiden eritasoliittymät</i>	
Kaksiramppinen eritasoliittymä	Hidas
Yksiramppinen eritasoliittymä	Hidas

## 2.3 Liittymätyypit

Yhdenmukaisen ja ennakoitavan liikenneverkon saavuttamiseksi eritasoliittymätyypit tiejaksolla on pyrittävä pitämään samanlaisina ottaen huomioon jo olemassa olevat rakenteet. Tiejakson tavoitetilä määrittää lähtökohdat liittymien ja niitä ympäröivän maankäytön suunnittelulle. Yksittäisen eritasoliittymän tyyppin valintaa tehdessä tulee ottaa huomioon liikennemäärä, liikenteen suuntautuminen, erikoiskuljetukset, jalan- kulku- ja pyöräliikenne, joukkoliikenne sekä kohteen muut liikenteelliset vaikutukset. Liittymätyypin valinnalla pyritään yleisesti muuttamaan päätieltä vasemmalle kääntyvät suuret liikennemäärät oikealle kääntyviksi, mikä parantaa liittymän turvallisuutta ja liikenteen sujuvuutta. Suunnitteluohjeen mukaiset liittymätyyppien määritelmät on kuvattu alla. (Liikennevirasto 2015c.)

### Rombinen eritasoliittymä

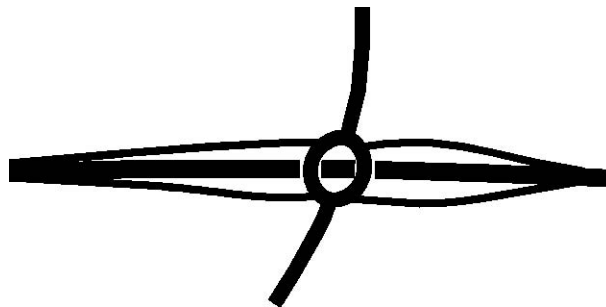
Rombisen eritasoliittymän perustyyppi koostuu neljästä suorasta rampista, jotka sijoittuvat liittymän eri neljänneksiin (kuva 3). Päätien ylittävälle tai alittavalle risteävälle tielle rakennetaan tasoliittymät. Rombinen liittymä soveltuu kohteisiin, joissa päätieltä sekä sivutieltä vasemmalle kääntyvät liikennemäärät ovat vähäisiä tai joissa tilaa on rajoitetusti. Rombinen liittymä mahdollistaa myös sujuvat joukkoliikenteen järjestelyt.



Kuva 3. Rombinen eritasoliittymä (Liikennevirasto 2015c).



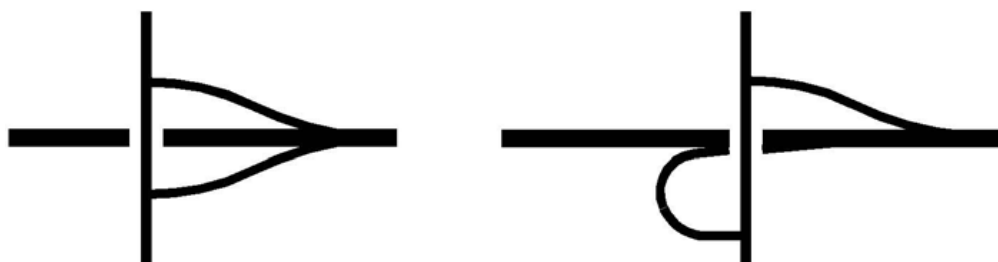
**Eritasokiertoliittymä** on rombisen eritasoliittymän muunnos, jossa risteävän tien tasoliittymät on korvattu päätien ylä- tai alapuolelle toteutettavalla kiertoliittymällä (kuva 4). Ratkaisu mahdollistaa suurten risteävien liikennevirtojen sujuvan ja turvallisen välittämisen. Kiertoliittymän positiiviset turvallisuusvaikutukset perustuvat oikealle kääntyvään liikenteeseen, jolloin mahdolliset onnettomuudet ovat tyypillisesti lievempiä kuin vasemmalle kääntyäessä.



Kuva 4. Eritasokiertoliittymä (Liikennevirasto 2015c).

#### **Suuntaiseritasoliittymä**

Suuntaiseritasoliittymä (kuva 5) palvelee ainoastaan päätien toista suuntaa, joten se soveltuu kohteisiin, joissa liikenne on selvästi suuntautunutta ja päätien vastakkaisen suunnan liikennetarve on vähäinen. Päätien vastakkaiselle suunnalle on lähistöllä olemassa korvaava reitti.



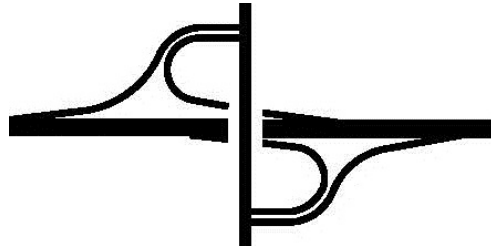
Kuva 5. Suuntaiseritasoliittymä (Liikennevirasto 2015c).

#### **Puolinelapiilaliittymä**

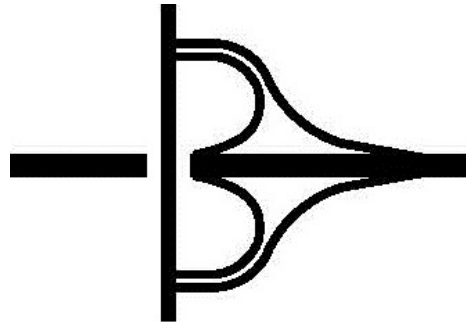
Puolinelapiilaliittymästä on useita variaatioita, joiden välillä valinta tehdään ensisijaisesti kääntyvien liikennevirtojen perusteella. Risteävän tien suuret kääntyvät liikennevirrat ohjataan oikealle kääntyviksi. Perustyyppissä kahdessa liittymäneljänneksessä on sekä suora ramppi että silmukkaramppi. Kuvissa 6–8 on esitetty puolinelapiilaliittymän eri variaatiot. Liittymä, jossa rampit ovat ennen risteyssiltaa, soveltuu kohteisiin, joissa risteävä tie alittaa päätien. Vastaavasti risteyssillan jälkeen olevat rampit soveltuvat liittymään, jossa risteävä tie ylittää päätien. Rampit risteyssillan samalla puolella toimivat hyvin kohteessa, jossa ympäristöolosuhteet tai maankäyttö rajoittavat tilaa.



Kuva 6. Puolineliapilaliittymä, rampit ennen risteyssiltaa (Liikennevirasto 2015c).



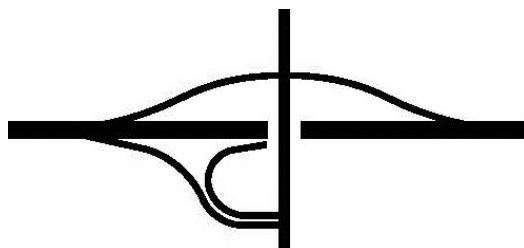
Kuva 7. Puolineliapilaliittymä, rampit risteyssillan jälkeen (Liikennevirasto 2015c).



Kuva 8. Puolineliapilaliittymä, rampit risteyssillan samalla puolella (Liikennevirasto 2015c).

#### **Puolirombinen eritasoliittymä**

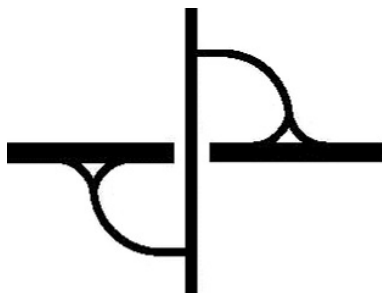
Puolirombinen eritasoliittymä on rombisen eritasoliittymän ja puolineliapilaliittymän yhdistelmä. Päätien toisella puolella on suorat rampit molemmissa liittymäneljänneksissä ja päätien toisella puolella suoran rampin ja silmukkarampin yhdistelmä yhdessä liittymäneljänneksessä (kuva 9). Puolirombinen eritasoliittymä soveltuu kohteisiin, joissa maankäyttö asettaa rajoituksia liittymälle.



Kuva 9. Puolirombinen eritasoliittymä (Liikennevirasto 2015c).

### Kaksiramppinen eritasoliittymä

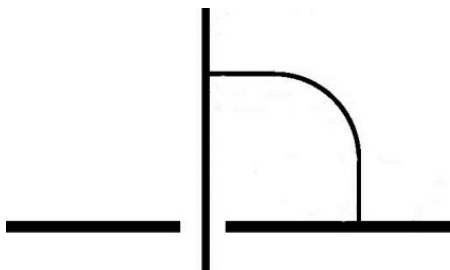
Kaksiramppinen eritasoliittymä muodostuu kahdesta kahteen suuntaan ajettavasta rampista, jotka mahdollistavat kaikki ajosuunnat. Rampit sijaitsevat päätien vastakkaisilla puolilla olevissa liittymäneljänneksissä ja päätien ramppiliittymät ovat suuntaistasoliittymiä (kuva 10). Kaksiramppinen eritasoliittymä on paljon käytetty eritasoliittymän perustapaus, mutta sitä ei suositella maaseudun 2+2 -kaistaisille teille, joiden mitoitusnopeus on 100 km/h.



Kuva 10. Kaksiramppinen eritasoliittymä (Liikennevirasto 2015c).

### Yksiramppinen eritasoliittymä

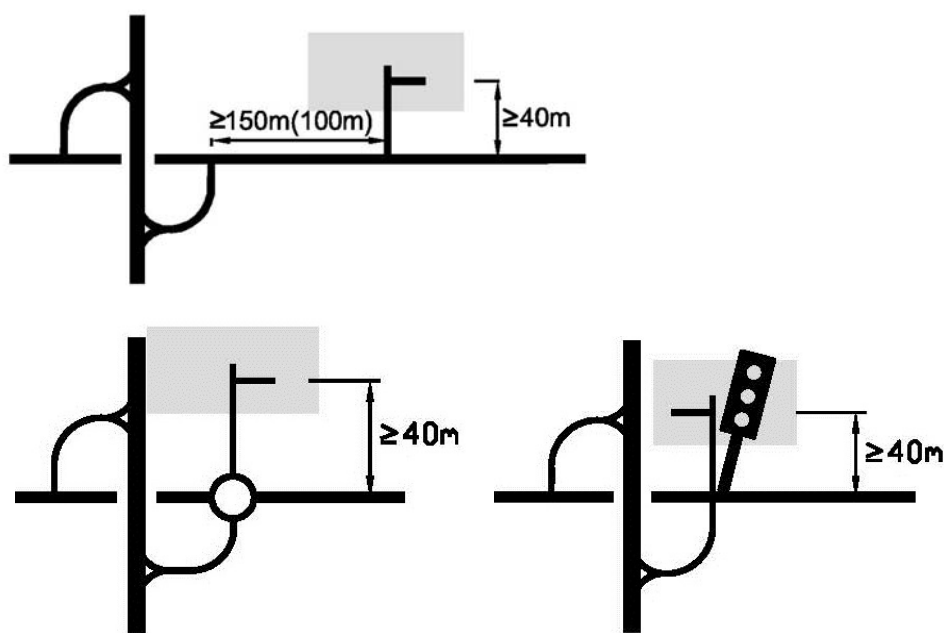
Yksiramppinen eritasoliittymä koostuu yhdestä päätien ja risteävän tien yhdistävästä kaksisuuntaisesta rampista (kuva 11). Liittymäjärjestelyt rampin päissä toteutetaan kuten tasoliittymässä. Yksiramppista eritasoliittymää käytetään kohteissa, joissa kääntyvää liikennettä on vähän ja päätien liikennemäärä on alle 6 000 ajoneuvoa vuorokaudessa.



Kuva 11. Yksiramppinen eritasoliittymä (Liikennevirasto 2015c).

## 2.4 Sijainti- ja kaistajärjestelyt

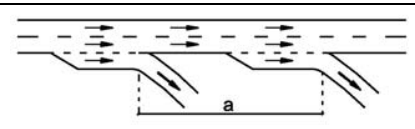
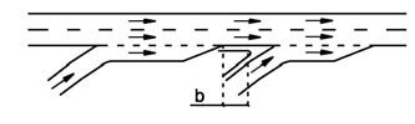
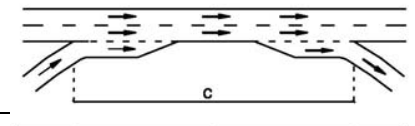

Eritasoliittymän sijaintia suunniteltaessa on otettava huomioon maankäytön suunnittelu. Eritasoliittymät ovat usein vilkasliikenteisiä liikenteen solmukohtia, jotka koetaan maankäytön ja liiketoiminnan kannalta vetovoimaisiksi alueiksi. Eritasoliittymät mahdollistavat turvallisemman kytkennän teiden, katujen ja maankäytön välillä kuin tavalliset nelihaaratasoliittymät. Solmukohtien toimivuutta ja turvallisuutta voidaan kehittää edelleen lisäämällä liittymiin lisäkaistoja ja -ramppeja. Suunnitteluohjeen mukaisesti alemmaa tieverkkoa ja maankäyttöä ei kytketä päätiehen eikä ramppeihin. Tien, kadun ja maankäytön kytkentä risteävään tiehen voidaan toteuttaa kuvassa 12 esitetyillä tavoilla. Kuvan etäisyydet ovat minimietäisyyksiä. Kytkentä tulee ensisijaisesti tehdä risteävään tiehen riittävän kaukana ramppiliittymän ulkopuolella. Toinen vaihtoehto on kytkeä maankäyttö tai alempi tieverkko risteävään tiehen ramppiliittymään kuuluvan kiertoliittymän avulla. Taajama-alueilla kytkentä voidaan toteuttaa myös valo-ohjattuna nelihaaraliittymänä. Eritasoliittymän ramppien välisellä risteävän tien osuudella ei sallita liittymiä. (Liikennevirasto 2015c.)



Kuva 12. Maankäytön kytkentätavat eritasoliittymien läheisyydessä. Etäisyydet ovat minimietäisyyksiä (Liikennevirasto 2015c).

Eritasoliittymien keskinäisen etäisyyden on oltava riittävän pitkä liikenteen sujuvuuden, turvallisuuden ja viitoituksen mahdollistamiseksi. Tehollinen liittymäväli tarkoittaa matkaa, joka kuljettajalla on käytettävissään edellisen liittymän liittymiskiilan lopusta seuraavan liittymän erkanemiskiilan alkuun. Sekoittumisalueen pituuden riittävyys on tarkistettava liikenteen simuloinnin avulla. (Liikennevirasto 2015c.) Taulukossa 2 on esitetty kahden lähekkäisen eritasoliittymän väliset vähimmäisetäisyydet eri nopeusrajoituksilla. Tapauksen d mukaista ratkaisua ei sallita nopeusrajoituksella 100 km/h. Eritasoliittymän ja tasoliittymän välisen etäisyyden vaatimukset on puolestaan esitetty taulukossa 3.

Taulukko 2. Kahden lähekkäisen eritasoliittymän minimietäisyys (Liikennevirasto 2015c).

Kohde		Minimietäisyys (m)		
		100 km/h	80 km/h	60 km/h
	a	1000	600	250
	b	50	50	50
	c	1350	800	500
	d	-	500	400

Taulukko 3. Tasoliittymän etäisyys eritasoliittymästä (Liikennevirasto 2015c).

Päätien suunnittelunopeus (km/h)	Tasoliittymän vähimmäisetäisyys rampin alku- tai loppukillan päästä (m)
100	400
80	300
60	200

Eritasoliittymän sijainti sekä päätien ja risteävän tien suuntaukset suunnitellaan yhtenä kokonaisuutena. Niin päätien kuin sivutienkin vaaka- ja pystygeometrian vaatimukset on esitetty ohjeessa Tien suuntauksen suunnittelu (Liikennevirasto 2013). Erityishuomiota suunnittelussa vaativat erkanemis- ja liittymisalueet. Kaistajärjestelyt toteutetaan niin, että päätieltä erkaneminen tapahtuu aina oikealta reunalta ja päätielle liitytään aina oikealle reunalle. Siirtymisen päätieltä sivutielle tulee sujua turvallisesti sekä ajodynaamisesti tehokkaasti, ja päätöksentekonäkemän on oltava riittävä. Liikenneturvallisuuden parantamiseksi kaksikaistaiselle päätielle tulee tehdä eritasoliittymän kohdalle vähintään sulkualue ja tärisevä tiemerkintä ajosuuntien erottamiseksi. (Liikennevirasto 2015c.)

## 2.5 Turvallisuus

Perusverkon eritasoliittymien turvallisuutta on tutkittu Suomessa edellisen kerran vuosituhaten vaihteessa Tielaitoksen julkaisussa 21/1999. Tutkimuksessa selvitettiin perusverkon eritasoliittymissä tapahtuneet poliisille ilmoitetut onnettomuudet vuosina 1990–1997. Tutkimusaineistossa liittymiä oli 95 kaikkiaan 247:stä perusverkon eritasoliittymästä. Tarkastelukohteiksi valitut liittymät olivat ratkaisuiltaan tyypillisiä yksi- ja kaksiajorataisten teiden eritasoliittymiä. Nopeusrajoitus pää- ja sivuteillä vaihteli välillä 50–100 km/h. Liittymän vaikutusalueeksi, jolta onnettomuustiedot haettiin, määritettiin 200 metriä rampin päästä poispäin mukaan lukien rampien välinen alue. Turvallisuuden mittareina käytettiin onnettomuuksien määrää ja onnettomuusastetta, joka lasketaan onnettomuuksien määränä miljoonaa liittymään saapuvaa ajoneuvoa kohti. Tutkimuksessa analysoitiin myös onnettomuuksien jakautumista eritasoliittymän eri osiin. (Tielaitos 2000b.)

### Onnettomuusmäärät ja onnettomuusasteet

Tarkastelujakson aikana liittymissä tapahtui yhteensä 591 onnettomuutta, pois luetuina eläinonnettomuudet. Näistä onnettomuuksista 167 oli henkilövahinko-onnettomuuksia, joista 16 johti kuolemaan. Valtaosa onnettomuuksista eli loput 424 onnettomuutta olivat omaisuusvahinko-onnettomuuksia. Talvi- ja kesäajan olosuhteet vaikuttivat jonkin verran onnettomuuksien määrään; onnettomuuksista 45 % tapahtui marras-maaliskuussa ja 55 % huhti-lokakuussa. Kelitieto oli rekisterissä 482 onnettomuudesta, joista noin 35 % tapahtui liukkaalla kelillä. Pimeän tai hämärän aikana tapahtuneita onnettomuuksia oli 39 % niistä 505 onnettomuudesta, joista oli saatavilla tieto onnettomuushetken valoisuudesta. (Tielaitos 2000b.)

Onnettomuusasteet määritettiin sekä yksi- että kaksiajorataisilla teillä eri liittymätyypeille, ja ne on koottu taulukkoon 4. Onnettomuusasteen yksikkö on *onnettomuuksien lukumäärä / miljoona liittymään saapuvaa ajoneuvoa* (onn./milj.saap.ajon.). Henkilövahinko-onnettomuuksien onnettomuusastetta laskettaessa onnettomuuksien lukumääränä käytetään hvj-onnettomuuksien lukumäärää. Hvj-onnettomuusasteen

yksikkö on tällöin *henkilövahinko-onnettomuuksien lukumäärä / miljoona liittymään saapuvaa ajoneuvoa* (hvj-onn./milj.saap.ajon.). Eritasoliittymissä yksiajorataisilla teillä kaikkien onnettomuuksien onnettomuusaste oli 0,27 ja henkilövahinko-onnettomuuksien 0,07 onn./milj.saap.ajon. Kaksiajorataisten teiden eritasoliittymissä kaikkien onnettomuuksien onnettomuusaste oli 0,41 ja henkilövahinkoihin johtaneiden onnettomuuksien (hvj-onnettomuuksien) 0,08 onn./milj.saap.ajon. Onnettomuusaste oli siis korkeampi kaksiajorataisten teiden liittymissä kuin yksiajorataisten teiden liittymissä. (Tielaitos 2000b.) Eritasoliittymien vertailukohtana olivat aiempiin tutkimuksiin perustuneet tasoliittymien onnettomuusasteet. Kolmihaaraisissa T-liittymissä päätien kaikkien onnettomuuksien onnettomuusaste oli 0,37 ja henkilövahinko-onnettomuuksien 0,12 onn./milj.saap.ajon. Nelihaaraliittymissä vastaavat onnettomuusasteet olivat kaikille onnettomuuksille 0,47 ja henkilövahinko-onnettomuuksille 0,17 onn./milj.saap.ajon. (Kulmala 1995.) Valo-ohjatuissa liittymissä kaikkien onnettomuuksien onnettomuusaste oli 0,42 ja henkilövahinko-onnettomuuksien 0,10 onn./milj.saap.ajon. (Tielaitos 1996). Maanteiden kiertoliittymien onnettomuusasteet on selvitetty Tiehallinnon (2008a) selvityksessä, jonka mukaan onnettomuusaste oli 0,26 kaikkien onnettomuuksien osalta ja 0,04 hvj-onnettomuuksien osalta. Tielaitoksen (2000a) tutkimuksessa puolestaan kiertoliittymien onnettomuusasteet pääteillä taajamien reuna-alueilla olivat kaikille onnettomuuksille 0,35 ja hvj-onnettomuuksille 0,06.

*Taulukko 4. Eritasoliittymien ja tasoliittymien kaikkien onnettomuuksien ja henkilövahinko- eli hvj-onnettomuuksien onnettomuusasteet.*

Onnettomuusasteet (onn./milj.saap.ajon.)		
Liittymätyyppi (suluissa liittymien määrä)	Kaikki onnettomuudet (n = onnettomuuksien määrä)	Hvj-onnettomuudet (n = onnettomuuksien määrä)
<i>Perusverkon eritasoliittymä</i>		
Yksiajoratainen tie <sup>1</sup> (87)	0,30 (n = 546)	0,07 (n = 145)
Kaksiajoratainen tie <sup>1</sup> (8)	0,39 (n = 96)	0,08 (n = 23)
<i>Tasoliittymät</i>		
T-liittymä <sup>2</sup> (915)	0,37 (n = 1749)	0,12 (n = 566)
Nelihaaraliittymä <sup>2</sup> (847)	0,47 (n = 2325)	0,17 (n = 826)
Valo-ohjattu liittymä <sup>3</sup> (110)	0,42 (n = 1156)	0,10 (n = 372)
<i>Kiertoliittymä</i>		
- maanteilla <sup>4</sup> (137)	0,26 (n = 299)	0,04 (n = 47)
- pääteillä taajaman reuna-alueilla <sup>5</sup> (17)	0,35 (n = 77)	0,06 (n = 14)

Lähteet: <sup>1</sup> Perusverkon eritasoliittymien turvallisuus, Tielaitoksen selvityksiä 21/1999  
<sup>2</sup> Kulmala R., Safety at rural three- and four-arm junctions. Development and application of accident prediction models, VTT:n julkaisu 233, Espoo 1995  
<sup>3</sup> Korkealuokkaisten väylien liikennevalojen turvallisuus, Tielaitoksen selvityksiä 67/1996  
<sup>4</sup> Kiertoliittymien turvallisuus, Tiehallinnon selvityksiä 8/2008a  
<sup>5</sup> Kiertoliittymien turvallisuus, Tielaitoksen selvityksiä 25/2000

### Onnettomuuksien sijainti

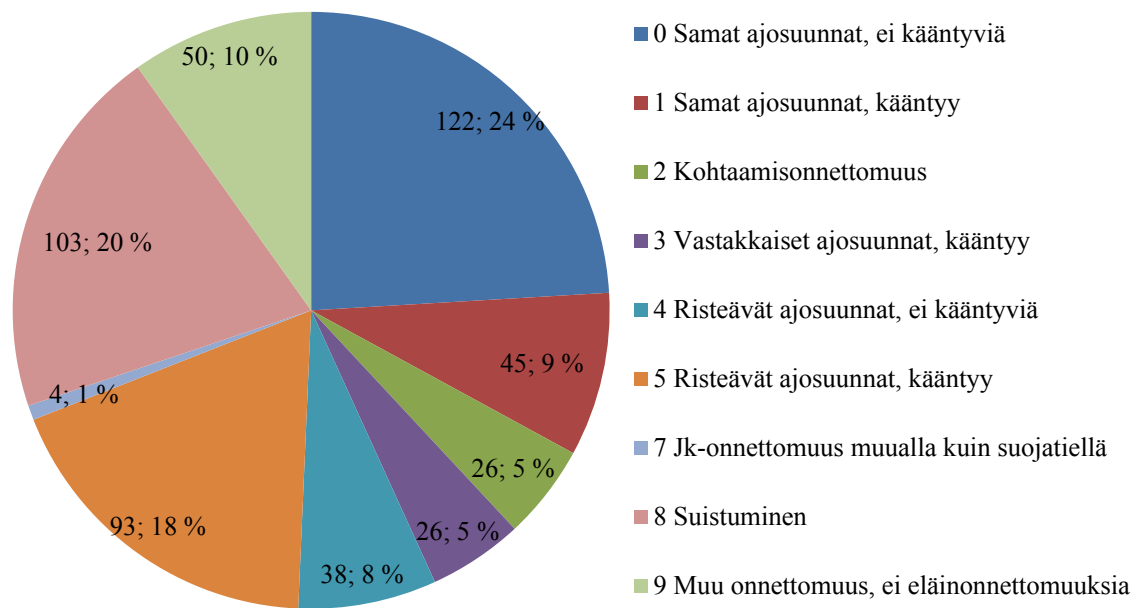
Onnettomuuksien sijoittuminen eritasoliittymän eri osiin on esitetty taulukossa 5. Eniten onnettomuuksia tapahtui päätiellä muualla kuin rampilla: kaikkiaan 195 onnettomuutta eli 33 % kaikista onnettomuuksista. Näistä puolet oli suistumisia ja loput muun muassa peräänajoja sekä ohitus- ja kohtaamisonnettomuuksia. Sivutiellä onnettomuuksia tapahtui 99 ja onnettomuustyytit olivat samat kuin päätiellä. Rampilta päätielle tai sivutielle liityttäessä tapahtui yhteensä 187 onnettomuutta, mihin on laskettu mukaan oikealle ja vasemmalle kääntyminen sekä nelihaaraliittymässä suoraan pää- tai sivutien yli ajaminen. Rampeilla tapahtui 24 onnettomuutta, ja käännetyssä pää- tai sivutieltä rampille sattui yhteensä 86 onnettomuutta. (Tielaitos 2000b.)

*Taulukko 5. Onnettomuuksien sijoittuminen eritasoliittymissä, pois lukien eläinonnettomuudet (Tielaitos 2000b).*

Onnettomuuden sijainti	Kaikki onnettomuudet (lkm)	Prosentti-osuus	Hvj-onnettomuudet (lkm)	Prosentti-osuus
Päätiellä	195	33	50	29,9
Sivutiellä	99	16,8	29	17,4
Liityttäessä rampilta päätielle	67	11,3	17	10,2
Liityttäessä rampilta sivutielle	120	20,3	42	25,1
Rampilla	24	4,1	3	1,8
Käännyttäessä päätieltä rampille	41	6,9	14	8,4
Käännyttäessä sivutieltä rampille	45	7,6	12	7,2
<b>Yhteensä</b>	<b>591</b>	<b>100</b>	<b>167</b>	<b>100</b>

### Onnettomuustyytit

Yleisimpiä onnettomuustyyppisiä tutkittiin Tielaitoksen onnettomuustyyppikuvaston (liite 1) mukaisesti. Kuva 13 esittää kaikkien onnettomuuksien jakautumista kuvaston mukaisiin eri onnettomuustyyppisiin. Sektoreissa on ilmoitettu kutakin tyyppiä vastaava onnettomuuksien lukumäärä ja prosenttiosuus. Luvuista on jätetty pois Uudenmaan tiepiirin omaisuusvahinko-onnettomuudet, sillä niitä ei rekisteröity vuosina 1992–1995 (Tielaitos 2000b).



Kuva 13. Eritasoliittymissä ja niiden vaikutusalueella tapahtuneet onnettomuudet onnettomuustyypeittäin lukuun ottamatta eläinonnettomuuksia ja Uudenmaan tiepiirin omaisuusvahinko-onnettomuuksia (Tielaitos 2000b). Onnettomuustyyppien kuvaukset on esitetty liitteessä 1.

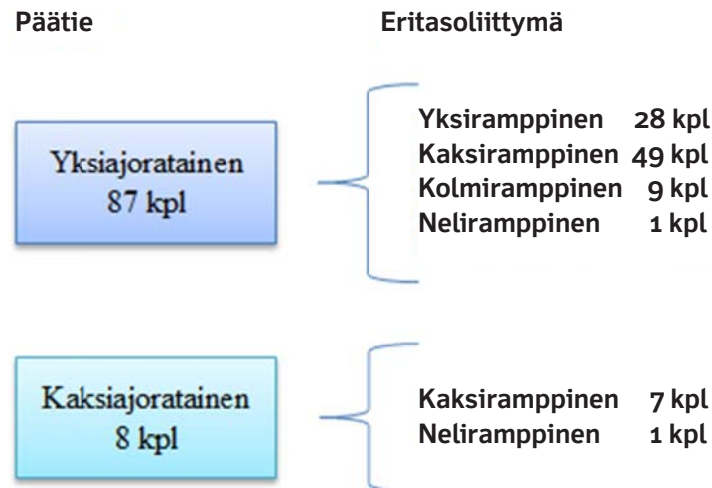
Tyypillisimmin perusverkon eritasoliittymän onnettomuudessa oli mukana kääntyvä ajoneuvo, mikä tarkoittaa joko saman, vastakkaisen tai risteävän ajosuunnan ajoneuvojen välisiä onnettomuuksia (tyypit 1, 3 ja 5). Kääntymisonnettomuuksia oli kaikkiaan noin 32 % kaikista onnettomuuksista. Tapahtuneista onnettomuuksista 20 % oli suistumisia. Näistä yli puolet oli suistumisia liittymän vaikutusalueella ja neljäsosa rampilla. Muita yleisiä onnettomuustyyppiejä olivat ohitusonnettomuudet, peräänajot ja kohtaamisonnettomuudet. Ohitus- ja kohtaamisonnettomuudet sijoittuivat tyypillisesti vaikutusalueella ramppiliittymien ulkopuolelle, kun taas rampeilla tapahtui tyypillisesti peräänajoja ja suistumisia. (Tielaitos 2000b.)

Henkilövahinko-onnettomuuksista suurin osa tapahtui käännytessä rampilta vasemmalle joko pää- tai sivutielle toisen ajoneuvon tullessa risteävästä suunnasta. Koska suoraan ajavan ajoneuvon nopeus on yleensä suuri, johtavat nämä tilanteet usein vakaviin onnettomuuksiin. Päätielle vasemmalle kääntyminen on kuitenkin mahdollista ainoastaan yksiramppisissa eritasoliittymissä. Myös oikealle suistuminen oli yleinen henkilövahinko-onnettomuustyyppi, ja seuraukset olivat tyypillisesti vakavia ajoneuvon törmätessä siltapilariin tai muuhun jäykkään rakenteeseen. Jalankulkijoiden onnettomuuksia oli kuusi, pyöräilijöiden 21 ja mopojen seitsemän eli yhteensä 34. Näistä henkilövahinkoihin johti 33 onnettomuutta, mikä vastaa viidesosaa kaikista henkilövahinko-onnettomuuksista. Eläinonnettomuuksia tapahtui yhteensä kuusikymmentä. Eläinonnettomuudet olivat yhtä lukuun ottamatta omaisuusvahinko-onnettomuuksia. (Tielaitos 2000b.)

#### Liittymätyyppien tarkastelu

Kuvassa 14 on havainnollistettu tutkimusaineiston liittymien jakautumista yksiajorataisiin ja kaksiajorataisiin, sekä niiden sisällä eri tyyppisiin. Valtaosa tarkastelussa mukana olleista perusverkon eritasoliittymistä oli yksi- ja kaksiramppisia.





Kuva 14. Eritasoliittymätyypit Tielaitoksen (2000b) teettämässä turvallisuus selvityksessä.

#### Yksiajorataiset tiet

Eritasoliittymissä yksiajorataisilla teillä tapahtui yhteensä 497 onnettomuutta, joista 144 oli henkilövahinko-onnettomuuksia. Kaikkien onnettomuuksien onnettomuusaste Uudenmaan tiepiirin ulkopuolella oli 0,27 ja hvj-onnettomuuksien 0,07 onn./ milj. saap.ajon. Tarkasteltaessa liittymätyyppien välisiä eroja, yksi- ja kaksiramppisissa liittymissä kaikkien onnettomuuksien sekä hvj-onnettomuuksien onnettomuusasteet olivat keskenään suurin piirtein samat. Kolmiramppisissa eritasoliittymissä vastaavat onnettomuusasteet, samoin kuin liikennemäärät ja sivutien liikenteen osuudet, olivat suuremmat kuin yksi- ja kaksiramppisissa liittymissä. Neliramppisia liittymiä oli aineistossa vain yksi, joten sen osalta ei voitu tehdä yleistäviä päätelmiä liittymätyypille. (Tielaitos 2000b.)

Yksiajorataisten teiden eritasoliittymistä noin kolmanneksessa oli rampin päässä suuntaistasoliittymä. Tällä tarkoitetaan liittymiä, joissa rampin päästä on mahdollista liittyä risteävälle tielle ainoastaan oikealle. Kyseessä ei siis ole kuvan 5 mukainen suuntaiseritasoliittymä, vaan esimerkiksi kaksiramppisten liittymien variaatio, jossa rampilta käännytään aina oikealle, kuten kuvassa 10. Näissä liittymissä sekä kaikkien onnettomuuksien että henkilövahinko-onnettomuuksien onnettomuusaste oli hieman pienempi kuin muissa kaksi- tai useampiramppisissa liittymissä. Keskimääräinen vuosittainen onnettomuuksien määrä oli kuitenkin suurempi ja liittymään saapuvien ajoneuvojen määrä sekä sivutien liikenteen prosenttiosuus olivat myös suuremmat kuin liittymissä ilman suuntaisliittymää. Onnettomuudet olivat enimmäkseen suistumisia ja peräänajoja. (Tielaitos 2000b.)

Kohteita, joissa jokin liittymän rampeista päättyy nelihaaraliittymään, oli yksiajorataisten teiden eritasoliittymistä neljännes. Onnettomuusasteet ja keskimääräiset vuosittaiset onnettomuusmäärät olivat suurempia näissä liittymissä. Kyseiset liittymät olivat myös keskimääräistä jonkin verran vilkkaampia. Nelihaaraliittymissä tapahtui paljon risteämisonnettomuuksia, joista noin puolet johti henkilövahinkoihin. (Tielaitos 2000b.)

### **Kaksiajorataiset tiet**

Tutkimusaineistossa oli kahdeksan liittymää, joissa pää- tai sivutie tai molemmat olivat kaksiajorataisia. Näissä liittymissä tapahtui yhteensä 94 onnettomuutta, joista 23 johti henkilövahinkoihin. Kaikkien onnettomuuksien onnettomuusaste Uudenmaan tiepiirin ulkopuolella oli 0,41 onn./milj.saap.ajon., kun yksiajorataisten teiden liittymissä vastaava onnettomuusaste oli 0,27. Keskimääräinen onnettomuuksien määrä vuotta kohden oli 1,84, mikä on noin kaksinkertainen yksiajorataisten teiden eritasoliittymiin verrattuna. Syyksi esitettiin muun muassa kaksiajorataisten teiden liittymien suurempaa liikennemäärää ja sivutien liikennemäärän suurta osuutta verrattuna yksiajorataisten teiden liittymiin. Merkittävimmät onnettomuustyyppit olivat liittymisonnettomuudet rampilta pää- tai sivutielle (30 %) ja suistumiset (23 %). (Tielaitos 2000b.)

### **Keskiarvoista poikenneet liittymät**

Tutkittujen liittymien joukossa oli 12 yksiramppista liittymää, joissa ei tapahtunut yhtään hvj-onnettomuutta tarkastelujakson aikana, mikä käsittää 43 % yksiramppisista liittymistä. Myös 16 prosentilla kaksiramppisista ja 10 prosentilla useampiramppisista liittymistä ei tapahtunut lainkaan onnettomuuksia. Kahdeksassa eritasoliittymässä tapahtui onnettomuuksia keskimääräistä selvästi enemmän. Näistä liittymistä kuusi oli kaksiramppisia, yksi kolmiramppinen ja yksi yksiramppinen. Kaikkia kyseisiä eritasoliittymiä yhdisti liittymän välittömään läheisyyteen sijoitetut useat kuljettajan huomiota vaativat toiminnot ja rakenteet, kuten linja-autopysäkit ja yksityistien liittymä. Kyseisissä liittymissä oli tyypillisesti myös keskimääräistä vilkkaampi liikenne ja sivutien liikenteen osuus keskiarvoa suurempi. (Tielaitos 2000b.)

Tutkimusaineistossa oli viisi liittymää, joiden hvj-onnettomuuksien onnettomuusaste oli kolminkertainen keskiarvoon nähden. Nämä liittymät olivat yksi- ja kaksiramppisia sekä yhtä lukuun ottamatta yksiajorataisten teiden eritasoliittymiä. Näissä liittymissä suistumisia oli 33 % hvj-onnettomuuksista ja 27 % oli onnettomuuksia, joissa oli osallisena pyöräilijä. (Tielaitos 2000b.)

### **Turvallisuuden parantaminen**

Tutkimuksen perusteella eritasoliittymät todettiin turvallisemmiksi kuin tasoliittymät. Turvallisuuden parantamiskeinoiksi ehdotettiin toimenpiteitä ramppiliittymien vasemmalle kääntyvien ajoneuvojen sekä peräänajojen onnettomuusriskin pienentämiseen. Myös suistumisonnettomuuksien sekä jalankulkijoihin, pyöräilijöihin ja mopoihin liittyvien onnettomuuksien estäminen ja lieventäminen nostettiin esiin kehitysehdotuksina. (Tielaitos 2000b.)

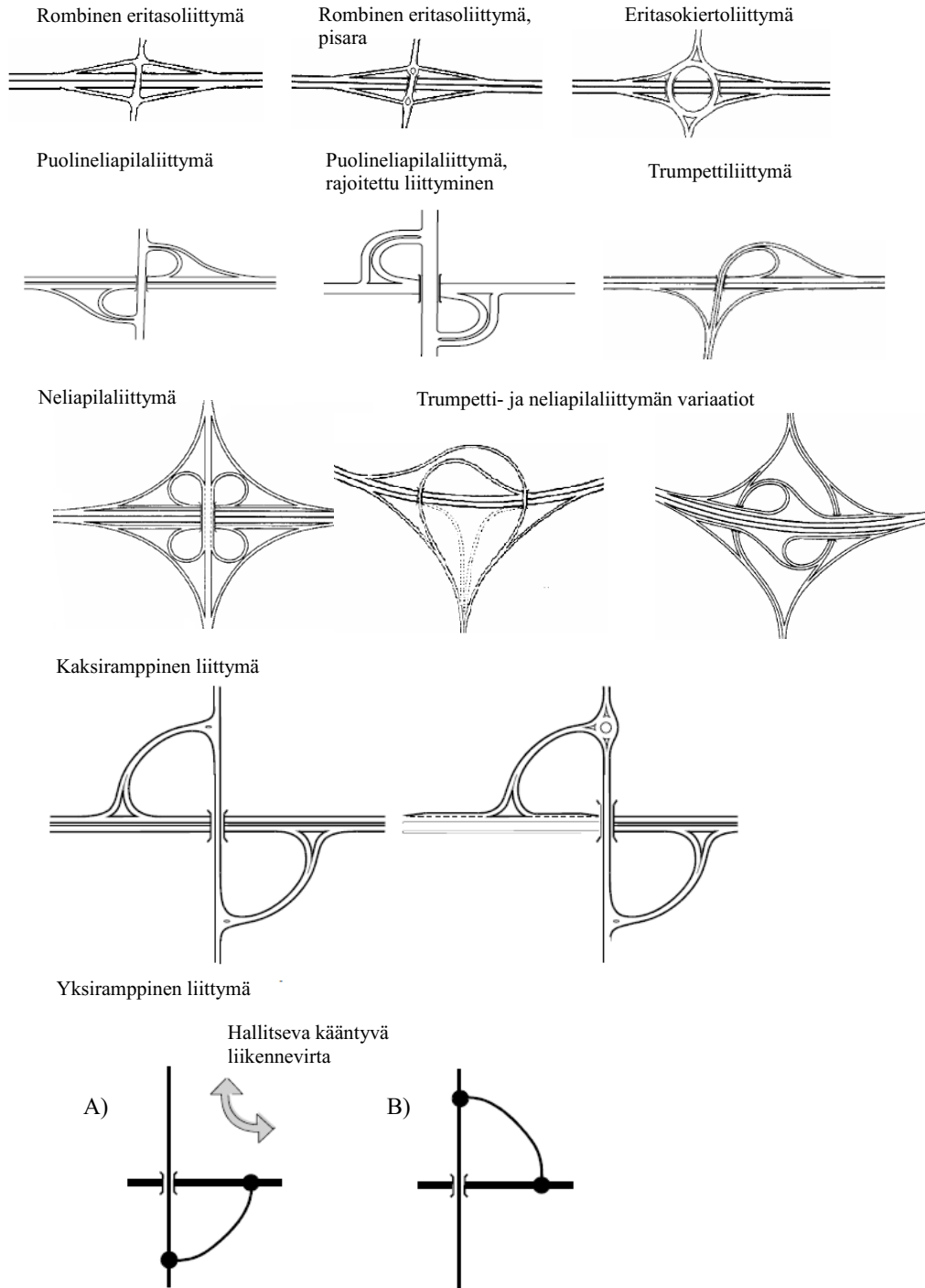
## 3 Kokemukset ulkomailla

### 3.1 Ruotsi

Ruotsissa liittymien suunnittelua ohjaa *Vägar och gators utformning* -ohje (suomeksi Teiden ja katujen suunnittelu). Moottori- tai moottoriliikenneteiden ja muun tieverkon väliset liittymät tulee aina toteuttaa eritasoliittyminä. Moottoriteiden ja moottoriliikenneteiden sekä muiden kansallisesti ja alueellisesti merkittävien teiden eritasoliittymien suunnittelua käsitellään suunnitteluohjeen luvussa *Trafikplatser* (suom. eritasoliittymät). Alempiasteisen tieverkon liittymät ovat pääsääntöisesti tasoliittymiä, ja niiden suunnitteluohjeet esitetään luvussa *Korsningar* (suom. liittymät). Näissä ohjeissa määritelty suunnitteluperusteet vastaavat suurella määrin suomalaisissa suunnitteluohjeissa esitettyjä vaatimuksia. Eritasoliittymätyypin valintaan vaikuttavat nopeusrajoitus, liikennemäärä, maaston muodot ja rakennustekniset edellytykset, lähiympäristön olemassa olevat ja suunnitellut rakennukset sekä taloudelliset rajoitteet. Valintaan liittyy liikenneteknisten hyötyjen ja haittojen arviointi suhteessa maankäyttöön, rakentamiseen ja toteuttamiskustannuksiin. Eritasoliittymien tilantarpeen takia maaston ja ympäristön olosuhteet ovat usein määrääviä. (Vägverket 2004, Trafikplatser.)

Ruotsin tieverkolla käytettävät eritasoliittymätyypit ovat enimmäkseen samoja kuin Suomen tieverkolla, ja ne on esitetty kuvassa 15. Eritasoliittymän ja erityisesti erkanemisrampin sijoittaminen tulee tehdä niin, että se luo ajodynaamisesti ja ajopsykologisesti oikeanlaisen siirtymän sekä hyvän optisen ohjauksen. Eritasokierto liittymää pidetään liikenneturvallisuuden kannalta tavallista rombista eritasoliittymää parempana, mutta se vaatii kuitenkin enemmän tilaa ja suurempia rakenteita. Rombisen eritasoliittymän rampin päähän voidaan myös tehdä tavallisten kolmi- tai nelihaaraliittymien sijaan pizaraliittymä, joka yhtä lailla parantaa risteävän liikennevirran sujuvuutta ja liikenneturvallisuutta. Korkealuokkaiset suunnitteluratkaisut, kuten trumpetti- ja neliapilaliittymät sekä näiden välimuodot, soveltuvat parhaiten suurille liikennemäärille, joten niitä käytetään pääasiassa moottori- ja moottoriliikenneteillä. (Vägverket 2004, Trafikplatser.)

Perusverkon 2+2-kaistaisilla teillä eritasoliittymät toteutetaan useimmiten kaksirampisina, jolloin rampit ovat kaksisuuntaisia ja ajonopeuksiltaan alhaisia. Ainoastaan vilkkaimmin liikennöityihin kaksirampisiin eritasoliittymiin rakennetaan erkanemis- ja liittymiskaistat päätielle. Tarkoituksena on, että suunnitteluratkaisulla viestitään tienkäyttäjälle, että kyseessä ei ole moottoritie. (Vägverket 2004, Trafikplatser.) Alempiasteisella tieverkolla käytetään myös yksirampisia eritasoliittymiä. Hallitseva päätieltä kääntyvä liikennevirta ohjataan joko vasemmalle tai oikealle kääntyväksi. Kun erkanemis- ja liittymiskaistoja ei ole, päätien ja rampin sekä rampin ja risteävän tien väliset liittymät suunnitellaan kuten tasoliittymät. (Vägverket 2004, Korsningar.)



Kuva 15. Ruotsissa käytettävät eritasoliittymätyypit (Vägverket 2004).

Ruotsin liikennevirasto Trafik erket vastaa virallisista tieliikenneonnettomuustilastoista Ruotsissa. Trafik erketin tilastot käsittävät lähinnä henkilövahinko-onnettomuudet, sillä omaisuusvahinko-onnettomuuksien rekisteröinti lopetettiin liikennevirastoa edeltäneessä tiehallinnossa (Vägverket) vuonna 2000. Vakuutusyhtiöillä sekä mahdollisesti myös kunnilla ja kaupungeilla on olemassa tietokantoja omaisuusvahinko-onnettomuuksista. Kuolemantapauksien osalta vallitseva käytäntö on, että sairauksista johtuvia liikenneonnettomuuksia ei oteta mukaan tilastoihin. Vägverketin ja sittemmin Trafik erketin käytössä on vuodesta 2003 lähtien ollut onnettomuus- ja loukkaantumistilastojärjestelmään nimeltä STRADA (Swedish Traffic Accident Data Acquisition). STRADA perustuu poliisille ja sairaaloihin tehtyihin onnettomuusilmoituksiin. Onnettomuudet luokitellaan rekisterissä onnettomuudensyyn mukaan; yksittäisen ajoneuvon onnettomuus, ulosajo, kohtaamis-, ohitus-, peräänajo-

tai risteämisonnettomuus sekä eläin-, jalankulku- tai polkupyöräonnettomuus. Vaka-  
vat ja lievät loukkaantumiset luokitellaan myös erikseen. Järjestelmä on kuitenkin  
muilta osin kankea, sillä valtion ja kunnallisen tieverkon dataa ei voida erotella, eikä  
järjestelmästä saa haettua tietoja eriteltynä moottoriteille tai eri tietyypeille. Vuonna  
2008 luotiin STRADA:n rinnalle manuaalinen rekisteri, jossa kuolemaan johtaneet  
onnettomuudet on eroteltu tienpitäjän mukaan, mikä mahdollistaa turvallisuuden  
kehityksen seuraamisen hieman tarkemmin. (VTI 2008.)

Trafikverket käyttää laskennallista EVA-mallia (Effektberäkning vid väganalyser) lii-  
kenneinvestointien yhteiskuntataloudellisessa arvioinnissa ja sitä hyödynnetään  
myös eri liittymätyyppien liikenneturvallisuuden analysoinnissa. Malli ottaa huo-  
mioon ajoneuvojen väliset onnettomuudet, ajoneuvojen ja pyöräilijöiden sekä ajoneu-  
vojen ja jalankulkijoiden väliset onnettomuudet. Laskelmissa hyödynnetään pää- ja  
sivutien liikennemäärätietoja sekä käytetään ominaisarvoja, jotka vaihtelevat liitty-  
mätyypin, liikennesuuntien, nopeusrajoituksen ja tieympäristön mukaan. Eritasoliit-  
tymien osalta malli ei kuitenkaan tee eroa eritasoliittymätyyppien eikä erilaisten  
ramppien tai liittymis- ja erkanemiskaistojen vaikutusten välille, vaan eritasoliittymät  
katsotaan yhdeksi liittymätyypiksi. (Trafikverket 2016, s. 39–48, 101–102.)

Liikenneturvallisuuden parantamistoimenpiteet eritasoliittymissä liittyvät esimerkiksi  
kuormittuneisiin liittymiskaistoihin ja sekoittumisalueisiin sekä pitkiin rampeihin,  
joilla on huono näkyvyys ja suuret nopeuserot. Suurin osa onnettomuuksista tapahtuu  
rampin ja risteävän tien liittymässä tai huonosti mitoitetuissa silmukkarampeissa.  
(Vägverket 2004, Trafikplatser, s.8.) Maaseudun liittymissä päätieltä vasemmalle  
kääntyminen on vaarallisin liikennesuunta, kun taas taajamassa sivutieltä vasemmal-  
le kääntyminen on vaarallisinta. Vuosittain noin 40 ihmistä kuolee ja 650 loukkaantuu  
vakavasti kääntymis- ja risteämisonnettomuuksissa Ruotsin tieverkolla. Liittymä-  
onnettomuuksien osuus vaihtelee nopeusrajoituksen ja tietyyppin perusteella. (Trafik-  
verket 2016, s.95.) Suomessa vastaavantyyppisissä onnettomuuksissa, eli liitteen 1  
mukaisen onnettomuustyyppikuvaston onnettomuustyypeissä 1, 3, 4 ja 5, kuoli 21  
henkilöä ja loukkaantui 688 vuoden 2013 aikana (Liikennevirasto 2014a). Suomen  
osalta vakavien loukkaantumisten erittely on aloitettu vasta vuoden 2013 jälkeen.  
Trafikverketin (2016) raportin mukaan tasoliittymän muuttaminen eritasoliittymäksi  
vähentää onnettomuuksia jopa 75 prosenttia. Suuri vaikutus on myös kiertoliittymän  
ja valo-ohjauksen rakentamisella. Todellisuudessa toimenpiteiden vaikutukset mää-  
räytyvät kuitenkin tapauskohtaisesti ja ohjeelliset arvot soveltuvat parhaiten valta-  
kunnalliselle tieverkolle ja taajamien suurimmille väylille. (Trafikverket 2016, s.85–  
96.)

## 3.2 Norja

Norjassa eritasoliittymiä käytetään pääteillä, joiden keskivuorokausiliikenne on 4 000  
ajoneuvoa tai enemmän ja joiden nopeusrajoitus on vähintään 80 km/h. Näiden kri-  
teerien mukaisesti eritasoliittymiä on rakennettu pääasiassa moottori- ja moottori-  
liikenneteille. Myös kaupunkien väylille, joissa on paljon läpikulkuliikennettä, on to-  
teutettu eritasoliittymiä. Tarkoituksena on parantaa vilkkaiden solmukohtien välitys-  
kykyä ja turvallisuutta vähentämällä konfliktien mahdollisuutta ja kääntyvästä liiken-  
teestä aiheutuvia vaarallisia tilanteita. Eritasoliittymien rakentaminen liittyykin  
yleensä laajempiin suunnitelmiin tietyn alueen tai yhteysvälin kehittämiseksi. (Høye  
2014.)

Norjalaiset tutkimukset eritasoliittymien turvallisuudesta käsittelevät enimmäkseen moottoriteiden ja moottoriliikenneteiden eritasoliittymiä, mutta tuloksia voidaan pitää suuntaa-antavina myös muiden väylien eritasoliittymille. Tieturvallisuuden käsikirja, *Trafikksikkerhetshåndboken*, on norjalaisen liikennetaloudellisen instituutin (Transportøkonomisk institutt, TØI) julkaisema teos, jossa käsitellään laajasti eri toimenpiteitä ja suunnitelmaratkaisuja liikenneturvallisuuden näkökulmasta. Tutkimus perustuu paitsi Norjassa teetettyihin selvityksiin myös useisiin kansainvälisiin tutkimuksiin. Eritasoliittymiä käsitellään käsikirjan luvussa *Planskilte kryss*.

Trafikksikkerhetshåndboken-julkaisun mukaan eritasoliittymässä tapahtuu vähemmän onnettomuuksia kuin tasoliittymissä. Taulukossa 6 on esitetty eritasoliittymien rakentamisen vaikutus onnettomuuksien määrään verrattuna tasoliittymissä tapahtuviin onnettomuuksiin. Onnettomuusriski on eritasoliittymissä noin 35 % tasoliittymiä pienempi. Vaikutus onnettomuuksiin on merkittävämpi eritasoliittymiksi muutettavissa X-liittymissä kuin T-liittymissä, joiden osalta ero ei ole tilastollisesti merkitsevä. Henkilövahinko-onnettomuudet vähenevät enemmän kuin omaisuusvahinko-onnettomuudet. Tuloksia tarkasteltaessa on kuitenkin otettava huomioon, että pelkkä liittymän muuttaminen eritasoliittymäksi ei välttämättä selitä kokonaismuutosta turvallisuudessa. Liittymän muuttamiseen kuuluu tyypillisesti muita samanaikaisia parannustoimenpiteitä, joiden myötä tien standardi ja liikennemäärä muuttuvat. (Høye 2014.)

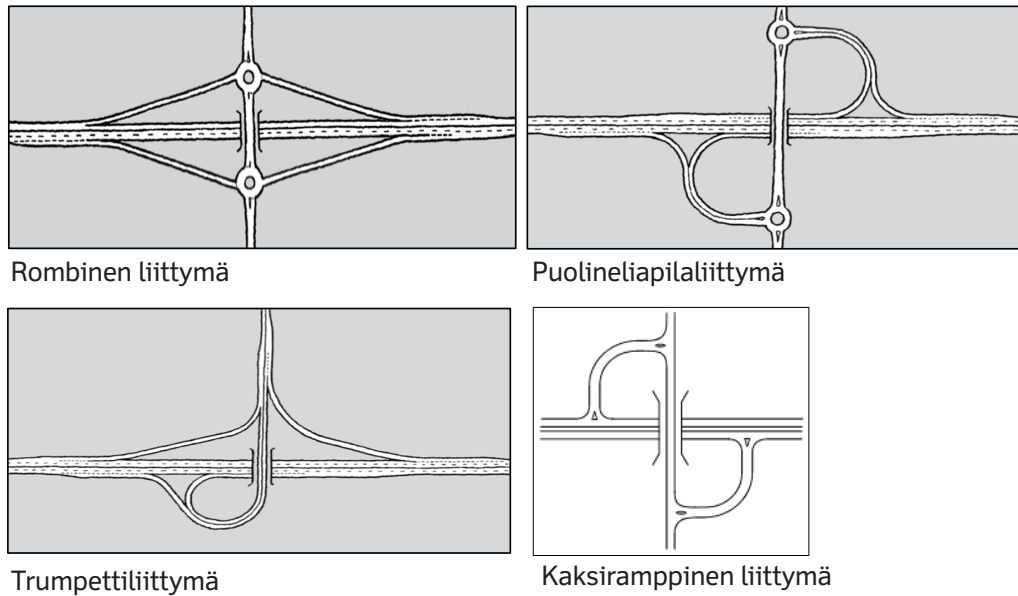
Eritasoliittymän sekä osittaisen eritasoliittymän vaikutusta turvallisuuteen ovat tutkineet Meewes (2002) ja Meier & Berger (2012). Eritasoliittymällä tarkoitetaan tässä liittymää, jossa kaikki risteävät liikennevirrat on erotettu toisistaan ja liittyminen tapahtuu kaistaa vaihtamalla samaan ajosuuntaan kulkevan liikenteen joukossa. Osittaisessa eritasoliittymässä päätie ja risteävä tie ovat eri tasoissa ja teiden välillä on rampit, mutta ramppien päässä on tasoliittymä ilman erkanemis- tai liittymiskaistoja (Elvik 2012). Suomalaisissa oloissa yksi- ja kaksiramppiset liittymät, joihin ei kuulu erkanemis- eikä liittymiskaistoja, voidaan tämän määritelmän mukaan laskea osittaisiksi eritasoliittymiksi. Norjan liikenneturvallisuuden käsikirjan mukaan eritasoliittymässä tapahtuu 17 % vähemmän onnettomuuksia kuin osittaisessa eritasoliittymässä ja 35 % vähemmän kuin tasoliittymässä, kun taas osittaisessa eritasoliittymässä onnettomuuksia sattuu 8 % vähemmän kuin tasoliittymässä (Elvik 2012).

Taulukko 6. Eritasoliittymän vaikutus onnettomuuksiin (Høye 2014).

Toimenpide	Prosenttimuutos onnettomuuksien määrässä	
	Paras arvio	Epävarmuus
Eritasoliittymä tasoliittymän sijaan		
<i>Hvj-onn.</i>	-45	(-58; -28)
<i>Kaikki onn.</i>	-22	(-31; -12)
Eritasoliittymä T-liittymän sijaan		
<i>Hvj-onn.</i>	-23	(-68; +86)
<i>Kaikki onn.</i>	-15	(-22; -8)
Eritasoliittymä X-liittymän sijaan		
<i>Hvj-onn.</i>	-57	(-63; -50)
<i>Kaikki onn.</i>	-25	(-44; +1)
Eritasoliittymä valo-ohjatun liittymän sijaan		
<i>Hvj-onn.</i>	-29	(-41; -14)
<i>Kaikki onn.</i>	-28	(-36; -18)
Eritasoliittymä tasoliittymän sijaan		
<i>Kaikki onn.</i>	-35	(-43; -27)
Eritasoliittymä osittaisen eritasoliittymän sijaan		
<i>Kaikki onn.</i>	-17	(-24; -8)
Osittainen eritasoliittymä tasoliittymän sijaan		
<i>Kaikki onn.</i>	-8	(-30; +21)

Elvikin (2012) mukaan eniten onnettomuuksia tapahtuu erkanemiskaistoilla ja -rampeilla. Yleisimmät onnettomuustyyppit ovat ulosajo, peräänajo ja sivulta törmääminen. Erkanemisrampeilla onnettomuusriski on kaksinkertainen liittymisrampeihin nähden. Silmukkarampit, joissa on pieni kaarresäde, ovat erityisen onnettomuusalttiita. Silmukkaramppien loiventaminen voi vähentää onnettomuuksia jopa 20 % (Elvik 2012). Moottoriteiden liittymäalueilla tapahtuu enemmän onnettomuuksia kuin tiejaksoilla ilman liittymiä, mutta liittymäalueiden onnettomuudet ovat yleensä kuitenkin lievempiä. Eritasoliittymien keskinäisen välimatkan kasvattaminen vähentää tieosuuden onnettomuuksia, sillä välimatkan ollessa riittävän pitkä, liittyvät ajoneuvot ehtivät paremmin sopeutua päätien liikenteeseen. (Høye 2014.)

Knutsen (2013) on selvittänyt pohjoismaisten suunnitteluvaatimusten eroja eritasoliittymien osalta. Norjalaisissa suuntaviivoissa on esitetty vähemmän vaihtoehtoisia liittymätyyppejä kuin ruotsalaisissa ja tanskalaisissa suunnitteluohjeissa. Yleisimmät Norjassa käytettävät eritasoliittymätyypit ovat rombinen eritasoliittymä ja puolinelapiilaliittymä. Rombisella liittymällä on pieni tilantarve ja se on usein halvin vaihtoehto. Rajoitteita aiheutuu puolestaan kuormittuneesta sivutiestä. Puolinelapiilaliittymä on tilantarpeeltaan mukautuvampi ja kapasiteetiltään suurempi. Myös trumpettiliittymiä on Norjan tieverkolla jonkin verran. Kaksiramppisista liittymistä ei juuri ole norjalaisia ohjeita, sillä niitä käytetään ainoastaan kohteissa, joihin muut tavallisimmat eritasoliittymämuodot eivät sovellu. Näiden alemman tieverkon kaksiramppisten eritasoliittymien suunnittelussa voidaan hyödyntää muiden liittymätyyppien ohjeita. (Knutsen 2013.) Mainitut liittymätyypit on esitetty kuvassa 16.



Kuva 16. Norjassa käytettävät eritasoliittymätyypit (Knutsen 2013).

Ruotsalaiset ja tanskalaiset suunnitteluohjeet ovat erityisesti ramppien geometrian vaatimusten osalta täydentävämpiä kuin norjalaiset ohjeet. Norjalaisissa vaatimuksissa erkanemis- ja liittymiskaistojen pituusvaatimukset ovat muita lyhyemmät. Norjassa liittymiskaistan pituusvaatimus riippuu päätien nopeusrajoituksesta ja siitä, onko risteävä tie sijoitettu päätien ylä- vai alapuolelle. Erkanemiskaistoille on esitetty norjalaisissa ohjeissa ainoastaan yksi ratkaisumalli. Myös liittymiskaistoille ja rampeille on esitetty vähemmän vaihtoehtoisia suunnitteluratkaisuja: esimerkiksi kiilaramppia ei käytetä Norjassa. (Knutsen 2013.)

Knutsen (2013) on työssään vertaillut rombisen eritasoliittymän ja puolineliapilaliittymän turvallisuutta. Onnettomuustietojen tutkimus vuosilta 2004–2012 paljastaa, että puolineliapilaliittymissä tapahtui enemmän onnettomuuksia kuin rombisisä liittymissä. Saman on todennut aiemmassa tutkimuksessa myös Wold (2005). Otoksessa oli yhteensä 44 pääasiassa moottori- ja moottoriliikenneteiden eritasoliittymää, joista 17 oli rombisia ja 17 puolineliapilaliittymiä. Täten otos on liian pieni, jotta tutkimuksen tuloksia voitaisiin pitää tilastollisesti merkittävänä, vaan ne voidaan nähdä pikemminkin suuntaa-antavina indikaattoreina. Onnettomuuksien määrä riippuu tien nopeusrajoituksesta, kaistojen lukumäärästä, sivutien sijoittelusta ja pituusvaatimuksien täyttymisestä. Myös liikennemäärä, keskikaiteet, kaarresäteet ja tien suuntaus ovat turvallisuuden kannalta kiinnostavia. (Knutsen 2013.)

Tulosten perusteella sivutien sijoittaminen päätien yläpuolelle on turvallisuuden kannalta hyvä ratkaisu. Myös erkanemis- ja liittymiskaistojen pituusvaatimusten täyttäminen vaikuttaa positiivisesti liittymän turvallisuuteen. Onnettomuuksien vähentyminen johtuu osaltaan myös yleisestä liikenneturvallisuuden kehityksestä. Puolineliapilaliittymässä onnettomuusriski on keskimäärin 73 % korkeampi kuin rombisisä liittymässä. Rombisen liittymän turvallisuus perustuu suoriin rampeihin, geometrian yksinkertaisuuteen ja ajosuuntien helppoon hahmottamiseen. Lisäksi valtaosassa rombisia liittymiä risteävä tie on sijoitettu päätien yläpuolelle. Tutkimuksen mukaan erkanemiskaistalla, erkanemisarmpilla ja päätiellä tapahtuu enemmän onnettomuuksia kuin muilla liittymän elementeillä. Erkanemiskaista erottuu joukosta selvimmin, mikä voi selittyä ajoneuvojen liian suurella nopeudella tai liian lyhyellä kaistalla. Suuri osa erkanemisarppien onnettomuuksista on ulosajoja. (Knutsen 2013.)



Onnettomuustiedot rekisteröidään Norjassa Statens Vegvesenin ylläpitämään Vegdatabank-tietokantaan. Rekisteriin on tallennettu onnettomuustyyppi ja onnettomuuden vakavuus. Rekisteristä saadaan haettua myös liittymien nopeusrajoitukset, tyypit, liikennemäärät ja kaistojen lukumäärät. Rekisterin tietoihin liittyy kuitenkin myös epävarmuuksia, sillä esimerkiksi liikennemäärät perustuvat osittain arvioihin ja oletuksiin. (Knutsen 2013.) Käytännöt henkilö- ja omaisuusvahinkojen tilastoimisessa vaihtelevat, joten eri maiden onnettomuustilastojen keskinäinen vertailu ei ole yksiselitteistä. Kaikkia, etenkin lievimpiä onnettomuuksia ei myöskään ilmoiteta poliisille, joten ne eivät päädy virallisiin tilastoihin. Kuolemantapauksien osalta tilastojen kattavuus on merkittävästi parempi. (Tilastokeskus 2014.) Taulukossa 7 on esitetty vuosina 2010–2012 tieliikenteessä kuolleiden määrä Norjassa, Ruotsissa ja Suomessa. Norjassa tieliikenteen kuolonuhreja on vuosittain vähemmän kuin naapurimaissa, minkä lisäksi Norjassa sekä Ruotsissa tieliikennekuolemien suhde sataantuhanteen asukkaaseen on pienempi kuin Suomessa.

*Taulukko 7. Tieliikenteessä kuolleiden määrä sekä kuolleiden määrä 100 000 asukasta kohden vuosina 2010–2012 Norjassa, Ruotsissa ja Suomessa (Liikennevirasto 2014a).*

Tieliikenteessä kuolleet (suluissa kuolleet 100 000 asukasta kohti)			
	2010	2011	2012
<b>Norja</b>	208 (3)	168 (4)	145 (3)
<b>Ruotsi</b>	266 (3)	319 (3)	285 (3)
<b>Suomi</b>	272 (5)	292 (5)	255 (5)

Norjalaisessa tieliikenneturvallisuuden käsikirjassa on käsitelty myös muiden ulkomaisten tutkimusten tuloksia kaistajärjestelyistä ja sekoittumisalueiden turvallisuudesta. Liittymäalueella, jossa kaistojen lukumäärä vähenee reunimmaisen kaistan muuttuessa erkanemiskaistaksi, onnettomuusriski kasvaa 68 % verrattuna kohteeseen, jossa on erillinen erkanemiskaista. Tutkimuksissa 30 metriä pidempi ratkaisu erkanemis- ja liittymiskaistoilla parantaa turvallisuutta, mutta liiallisen pitkät rampit eivät edistä turvallisuutta. (McCart 2004.)

Liittymisalueet, joilla ainoastaan yksi kaistanvaihto on mahdollinen, ovat turvallisempia kuin useampikaistaiset liittymisalueet. Liun (2010) mukaan ramppien välillä oleva ylimääräinen ajokaista parantaa liittymäalueen turvallisuutta moottoriteillä kahden lähekkäisen liittymän välillä. Peräänajot ja kylkikosketukset ovat yleisimpiä onnettomuuksia sekoittumisalueilla. Sekoittumisalueella tapahtuvista onnettomuuksista 92 % on omaisuusvahinko-onnettomuuksia (Hoffmann et al. 2000). Sekoittumisalueilla tapahtuvat onnettomuudet noussevat merkittävämpään rooliin moottoriteillä kuin perusverkolla, sillä moottoriteillä liikennemäärät sekä ajonopeudet ovat suurempia kuin perusverkolla.

Eritasoliittymien turvallisuutta on selvitetty jonkin verran myös raskaan liikenteen näkökulmasta. Kuorma-autojen osalta rombiset liittymät eivät ole päätiellä turvallisempia kuin puolineliapilaliittymät, mutta rombisen liittymän suorissa rampeissa tapahtuu vähemmän onnettomuuksia kuin silmukkarampeissa. Kuitenkin kaarteissa

rampeissa, joissa suunnanmuutos on alle 180°, onnettomuusriski on pienempi kuin suorilla rampeilla. Tutkimuksien mukaan suuren liikennemäärän liittymät ovat kuorma-autoille turvallisempia kuin vähäliikenteiset liittymät. Tyypillisimmät liittymäonnettomuudet kuorma-autoilla ovat kylkikosketus ja peräänajo, mutta suurin riski liittyy liian suureen nopeuteen kaarteessa. (Janson 1998, Garber 1992.) Raskaiden ajoneuvoyhdistelmien kaatumisia on tutkittu myös Suomessa, mutta tutkimus ei juuri ota kantaa tien geometrian tai suunnitteluratkaisun turvallisuusvaikutukseen. Raskaiden ajoneuvojen kaatumiset tapahtuivat usein suoralla osuudella, ja kaatumiseen johti useimmiten kuljettajan tekemä ajovirhe. (Kiviniemi & Sainio 2000).

Eritasoliittymien ympäristövaikutuksista ei ole ajankohtaisia tutkimustuloksia. Merkittävä tekijä on kuitenkin tilantarve, minkä takia eritasoliittymiä voidaan pitää maastossa dominoivina ja näköalaa häiritsevinä. Kun ajonopeus säilyy tasaisena päätiellä liittymän läpi ajettaessa, liittymätyypistä ei aiheudu ylimääräistä polttoaineen kuluusta. Hyötykustannusten arviointi on aina tapauskohtaista, eikä tuloksia voi yleistää laajalti. (Elvik 2012.)

## 4 Tutkimusaineisto ja -menetelmät

### 4.1 Liittymät

Tutkimuksessa käsiteltävät perusverkon eritasoliittymät selvitettiin tierekisterin avulla. Rekisteristä haettiin sekä yksi- että kaksiajorataisten liittymien tiedot Excel-muodossa. Haetun aineiston perusteella perusverkolla on yhteensä 365 eritasoliittymää, joista 208 sijaitsee yksiajorataisilla teillä ja 157 kaksiajorataisilla teillä. Lopullista tutkimusaineistoa määrittäessä tutkimuksen ulkopuolelle jätettiin liittymät, joiden tieosoite tai koko liittymän olemassaolo jäi epäselväksi tai joissa eritasoliittymä poikkesi merkittävästi suunnitteluohjeen mukaisista liittymätyypeistä. Tällaisia kohteita olivat esimerkiksi kaupunkiympäristössä olevat kahden kadun väliset eritasoliittymät, joissa myös rampit olivat katuja ja niillä oli useita tasoliittymiä. Myös tunnelien kohdalla olevat ramppiliittymät sekä liittymät, joissa yksikin liittymässä risteävistä tiehaaroista oli moottori- tai moottoriliikennetie, rajattiin pois tutkimusaineistosta. Maantien ja kadun väliset eritasoliittymät otettiin mukaan tutkimukseen silloin, kun kyseisen kadun alueelta oli saatavissa onnettomuus- ja liikennemäärätiedot.

Lopullinen tutkimusaineisto koostui yhteensä 168 perusverkon eritasoliittymästä, joista 121 oli yksiajorataisilla ja 47 kaksiajorataisilla teillä. Taulukossa 8 on esitetty tutkimukseen mukaan otettujen liittymien määrä liittymätyypeittäin. Liittymätyypit on kuvattu tarkemmin luvussa 2.3. Taulukossa on eritelty myös kolmi- ja neliramppiset eritasoliittymät, millä tarkoitetaan lisärampillisia yksi- ja kaksiramppisten liittymien variaatioita, jotka eivät kuitenkaan edusta muita useampiramppisia liittymätyyppejä. Kolmi- ja neliramppiset liittymät ovat siis liittymätyyppien erikoistapauksia. Neliramppisia liittymiä oli aineistossa ainoastaan kaksi, joten tutkimustulosten yleistäminen ei anna kattavaa kokonaiskuvaa liittymätyypeistä. Aineiston liittymistä kaikkiaan 67 % oli yksi- tai kaksiramppisia eritasoliittymiä, joten muut liittymätyypit ovat merkittävästi vähemmän edustettuja. Aineiston eritasoliittymät on koottu liitteeseen 2.

*Taulukko 8. Tutkimusaineiston eritasoliittymät liittymätyypeittäin.*

<b>Eritasoliittymätyyppi</b>	<b>Yksiajorataiset</b>	<b>Kaksiajorataiset</b>	<b>Yhteensä</b>
Yksiramppinen	37	2	39
Kaksiramppinen	60	14	74
Kolmiramppinen, erik. tapaukset	9	4	13
Neliramppinen, erik. tapaukset	0	2	2
Puolineliapila	2	9	11
Puolirombinen	6	7	13
Rombinen	4	6	10
Suuntaisliittymä	3	3	6
<b>Yhteensä</b>	<b>121</b>	<b>47</b>	<b>168</b>

Kaksiajorataisten teiden eritasoliittymiksi on laskettu liittymät, joissa joko päätie, sivutie tai molemmat risteävistä teistä ovat kaksiajorataisia. Päätieksi määritettiin tässä tutkimuksessa liikennemäärältään suurempi tie. Liikennemäärältään pienempi, päätien kanssa risteävä tie, on sivutie. Kaksiajorataisten liittymien joukossa oli 34 liittymää, joissa päätie oli kaksiajoratainen, viisi liittymää, joissa sivutie oli kaksiajoratainen sekä kahdeksan liittymää, joissa molemmat tiet olivat kaksiajorataisia. Nopeusrajoitus tutkimuksen eritasoliittymissä on esitetty taulukossa 9. Päätien yleisin nopeusrajoitus oli 80 km/h ja sivutien 60 km/h. Tarkastelujakson aikana joidenkin teiden nopeusrajoitukset ovat muuttuneet esimerkiksi tien parantamisen yhteydessä. Tässä käytetyt tiedot ovat pääosin vuoden 2015 mukaisia.

*Taulukko 9. Nopeusrajoitus tutkimusaineiston eritasoliittymissä.*

Nopeusrajoitus (km/h)	Päätie (lkm)	Sivutie (lkm)
100	32	-
80	102	21
70	7	2
60	26	79
50	1	56
40	-	10

Sivutien risteäminen päätien ali tai yli jakautui tutkituissa liittymissä lähes tasan: 55 prosentissa tapauksista sivutie alitti päätien ja 45 prosentissa sivutie ylitti päätien. Yksi- ja kaksiramppisissa eritasoliittymissä oli yleistä, että sivutie alitti päätien. Muissa liittymätyypeissä sen sijaan suurimmassa osassa sivutie ylitti päätien, mikä on ajodynamiikan kannalta tehokkaampi ratkaisu, sillä jarruttaminen tapahtuu nopeavalla rampilla ja kiihdyttäminen laskevalla rampilla.

Päätien ja rampin välinen liittymä oli aineiston eritasoliittymissä toteutettu joko suuntaistasoliittymänä, jossa liittyminen päätielle oli mahdollista ainoastaan oikealle tai tavallisena tasoliittymänä, jossa myös vasemmalle kääntyminen oli mahdollista. Yksi-, kaksi- ja kolmiramppisista liittymistä 60 prosentissa oli rampin ja päätien välillä suuntaistasoliittymä eli vasemmalle kääntyminen estetty. Muiden suunnitteluohjeen mukaisten liittymätyyppien ominaisuuksiin tämä kuuluu automaattisesti.

Rampin ja sivutien liittymät päättyivät tutkituissa kohteissa tasoliittymiin, joissa sekä oikealle että vasemmalle kääntyminen olivat sallittuja. Ramppien päässä olevien liittymäratkaisujen yleisyys on esitetty seuraavalla sivulla taulukossa 10. Suurin osa kohteista, eli kaikkiaan 122 liittymää, päättyi rampin päässä maantien kolmihaaraiseen T-liittymään. Liittymiä, joissa ramppi päättyi nelihaaraliittymään, oli aineistossa 29. Nelihaaraliittymistä yksi oli päätien ramppiliittymä ja loput sivutien ramppiliittymiä. Nelihaaraliittymäksi ei laskettu rombisen eritasoliittymän mukaista ratkaisua. Tutkimuskohteissa oli myös 14 liittymää, joissa rampin päässä sivutiellä oli kierto-liittymä sekä yksi kohde, jossa rampin päässä oli pizaraliittymä. Neljässä eritasoliittymässä risteävä tie oli katu. Kahdessakymmenessä liittymässä oli valo-ohjaus joko päätien ja rampin tai sivutien ja rampin välisessä liittymässä. Valo-ohjatut kohteet

olivat nelihaara- ja kolmihaaraliittymiä. Kahdessa eritasoliittymässä valo-ohjaus oli päätien ramppiliittymässä ja muissa 18 eritasoliittymässä sivutien ramppiliittymässä.

Taulukko 11 esittää erkanemiskaistojen, liittymiskaistojen sekä keskikaiteiden, saarekkeiden tai keskialueiden lukumäärän tutkituissa liittymissä. Aineiston liittymistä 147 oli liittymiä, joissa oli erkanemiskaistat joko päätiellä, sivutiellä tai molemmilla. Liittymiskaistat oli puolestaan 92 eritasoliittymässä. Kaikissa liittymissä, joissa oli liittymiskaistat, oli myös erkanemiskaistat. Lisäksi aineistossa oli yhteensä 49 liittymää, joissa ajosuuntien välissä oli keskikaide, saareke tai keskialue. Yksiajorataisten teiden eritasoliittymistä 82 % sisälsi erkanemiskaistan ainakin päätiellä, kun taas liittymiskaistoilla osuus oli vain 40 %. Viidessä yksiajorataisten teiden eritasoliittymässä oli keskikaide tai saareke. Kaikissa kaksiajorataisten teiden eritasoliittymissä oli erkanemiskaistat vähintään päätiellä. Kolmea liittymää lukuun ottamatta kaikissa kaksiajorataisissa kohteissa oli myös liittymiskaistat joko päätiellä, sivutiellä tai molemmissa. Kaksiajorataisten teiden eritasoliittymissä oli myös lähes poikkeuksetta keskikaide, saareke tai ajosuunnat erottava keskialue.

*Taulukko 10. Eritasoliittymien ramppien päässä olevat suunnitteluratkaisut.*

Rampin päässä	Eritasoliittymien lkm
Kolmihaarainen T-liittymä	122
Nelihaaraliittymä	29
Kiertoliittymä	14
Pisaraliittymä	1
Katu	4
Valo-ohjaus	20

*Taulukko 11. Erkanemiskaistat, liittymiskaistat sekä keskikaiteet, saarekkeet ja keskialueet tutkimusaineiston eritasoliittymissä.*

Liittymässä	Eritasoliittymien lkm
Erkanemiskaistat	147
Liittymiskaistat ja erkanemiskaistat	92
Keskikaide, saareke tai keskialue	49

Tutkittujen liittymien pääteiden keskimääräiset liikennemäärät on esitetty taulukossa 12. Keskivuorokausiliikenne- eli KVL-tiedot ovat vuodelta 2015. Päätien liikennemäärä oli suurempi useampiramppisilla eritasoliittymillä kuin yksi- ja kaksiramppisilla. Kaksiajorataisten kohteiden KVL oli myös yleensä suurempi kuin yksiajorataisten. Taulukossa on esitetty myös kullekin liittymätyypille laskettu keskiarvo liittymään saapuvista ajoneuvoista ja sivutien liikenteen prosenttiosuus tästä. Liittymään saapuvien ajoneuvojen laskennassa käytettiin vuoden 2015 keskimääräistä vuorokausiliikennettä (KVL 2015). Vuorokaudessa liittymään saapuvat ajoneuvot laskettiin jakamalla liittymähaarojen KVL-arvojen summa kahdella, mikä perustuu Tielaitoksen TARVA- eli Turvallisuusvaikutusten arviointi vaikutuskertoimilla -ohjelmistossa käytettävään laskentatapaan. Laskentatavassa oletetaan liikennemäärän jakautuvan pitkällä aikavälillä pää- ja sivutiellä tasan molempien suuntien kesken (Tielaitos 200b).

Tutkimuksessa tarkastellut liittymät on kahta lukuun ottamatta rakennettu ennen vuotta 2012. Kaksi uudempaa liittymää on rakennettu vuosina 2013 ja 2014. Tutkimusaineistoa rajattaessa voitiin todeta, että vuoden 2012 jälkeen rakennetuista eritasoliittymistä ei näitä kahta poikkeusta lukuun ottamatta ollut saatavilla riittävästi tietoa liittymän tyypistä, liikennemäärästä tai muista ominaisuuksista. Tutkituista 168 eritasoliittymästä 57 oli mukana vuonna 2000 julkaistussa perusverkon eritasoliittymien turvallisuustutkimuksessa.

*Taulukko 12. Päätien keskimääräinen liikennemäärä (KVL) sekä liittymään saapuvien ajoneuvojen määrä ja sivutien liikenteen prosenttiosuus liittymään saapuvista ajoneuvoista liittymätyypeittäin.*

Eritasoliittymätyyppi	Päätien KVL (ajon./vrk)		Liittymään saap. ajon./vrk.	Sivutien %-osuus
	<i>Yksiajorataiset</i>	<i>Kaksiajorataiset</i>	<i>Keskiarvo</i>	
Yksiramppinen	6 800	5 300	10 403	35 %
Kaksiramppinen	6 900	11 700	11 728	33 %
Kolmiramppinen	7 900	9 700	12 845	34 %
Neliramppinen	-	41 300	56 632	27 %
Puolineliajorata	15 300	20 000	29 906	36 %
Puolirombinen	10 000	17 100	19 466	29 %
Rombinen	7 100	13 000	13 209	19 %
Suuntaisliittymä	7 900	32 600	24 719	18 %

## 4.2 Onnettomuustiedot

Liittymäonnettomuuksien selvittämistä vaikeutti se, että liittymäonnettomuuksien tapahtuma-alueen ilmoittamisen käytännöt eivät ole täysin vakiintuneet. Nykyisin poliisin tulisi ilmoittaa onnettomuuspaikka gps-laitteen koordinaattitietojen avulla, mutta aiemmin ohjeistuksena oli, että liittymäonnettomuudet tulisi kohdentaa liittymän solmupisteeseen. Poliisi ilmoittaa myös onnettomuuspaikan tieosoitteen, joka on kuitenkin monesti ilmaistu hyvin epätarkasti. Kolmantena tietona poliisi kirjaa ilmoituksen tekstikenttään myös osoitteen, esimerkiksi Itäväylä x Kehä I eli näiden teiden liittymä. Poliisin tallentamat onnettomuusilmoitukset siirtyvät Tilastokeskukselle, josta tiedot välitetään edelleen Liikennevirastoon. Tilastokeskuksen ilmoittamat onnettomuuspaikkatiedot sisältävät koordinaattitiedot sekä tien osoitteen Digiroad-verkolla. Liikenneviraston tierekisterin tieosoiteverkko ei kuitenkaan ole täysin yhteneväinen Digiroad-verkon kanssa, joten lopullinen tierekisteriosoite selvitetään vasta Liikennevirastossa. Liikenneonnettomuuksien rekisteröintiin liittyy siis nykyisin merkittävä määrä manuaalista työtä. Liikenneonnettomuuksien ohjeistusta ollaan kuitenkin uusimassa, joten toimintatavat päivittyvät ja tarkentuvat uudistustyön jälkeen. (Sarjamo 2016.)

Tierekisterin onnettomuusteema sisältää kaikki onnettomuudet, jotka poliisi on kirjannut järjestelmäänsä. Mukana ovat siis myös katujen ja yksityisteiden tapaukset. Tilastokeskuksessa käsitellään kuitenkin näistä vain hvj-onnettomuudet sekä hirvieläinonnettomuudet, joten kaduilla ja yksityisteillä tapahtuneiden muiden onnettomuuksien tarkkaa sijaintitietoa ei ole myöskään Liikennevirastossa tierekisteriosoite-muodossa. (Sarjamo 2016.) Tässä tutkimuksessa onnettomuustiedot haettiin tie-

rekisteristä tieosoitteiden perusteella, joten kaduilla ja yksityisteillä tapahtuneista onnettomuuksista ainoastaan hvj- ja hirvieläinonnettomuudet näkyvät aineistossa. Muutamilta kunnilta ja kaupungeilta kysyttiin tutkimuksen yhteydessä eritasoliittymässä risteävän kadun liikennemäärä- ja onnettomuustietoja, jotta harvinaisempien liittymätyyppien aineistosta saataisiin kattavampi. Vastauksia saatiin neljän liittymän osalta, joten nämä neljä maantien ja kadun välistä eritasoliittymää kaikkine onnettomuuksineen sisällytettiin tutkimukseen.

Tutkimuksessa on tarkasteltu sekä henkilövahinkoihin johtaneita eli hvj-onnettomuuksia että omaisuusvahinko-onnettomuuksia. Hvj-onnettomuuksien osalta kuolemaan johtaneet onnettomuudet on tarkasteltu erikseen. Onnettomuus katsotaan kuolemaan johtavaksi, kun menehtyminen tapahtuu 30 vuorokauden kuluessa onnettomuudesta (Tervonen, Ristikartano & Sorvoja 2010). Vuodesta 2014 on loukkaantumiset luokiteltu onnettomuustiedoissa erikseen vakaviin ja lieviin loukkaantumisiin. Kyseisen luokituksen mukainen aineisto ei kuitenkaan ole vielä avointa, joten se ei ollut käytettävissä tässä työssä.

Tieliikenneonnettomuuksien tilastointiaste ja tilastojen edustavuus vaihtelevat käytännössä. Kuolemaan johtaneiden onnettomuuksien osalta tilasto kattaa 100 % tapahtuneista onnettomuuksista, sillä kaikki kuolemaan johtaneet tapaukset päätyvät poliisin tutkintaan. Tilastojen edustavuus vähenee, kun vahingot lieventyvät; hvj-onnettomuuksista vain noin 30 % löytyy poliisin tiedoista ja virallisesta tilastosta. (Liikenteen turvallisuusvirasto 2015.)

Tässä tutkimuksessa on tarkasteltu liitteen 1 mukaiset onnettomuustyyppit:

- samat ajosuunnat, ei kääntyviä
- samat ajosuunnat, kääntyminen
- kohtaamisonnettomuus
- vastakkaiset ajosuunnat, kääntyminen
- risteävät ajosuunnat, ei kääntyviä
- risteävät ajosuunnat, kääntyminen
- jalankulkuonnettomuus suojatiellä ja suojatien ulkopuolella
- suistuminen
- muu onnettomuus, esim. eläinonnettomuus.

## 4.3 Tutkimusmenetelmät

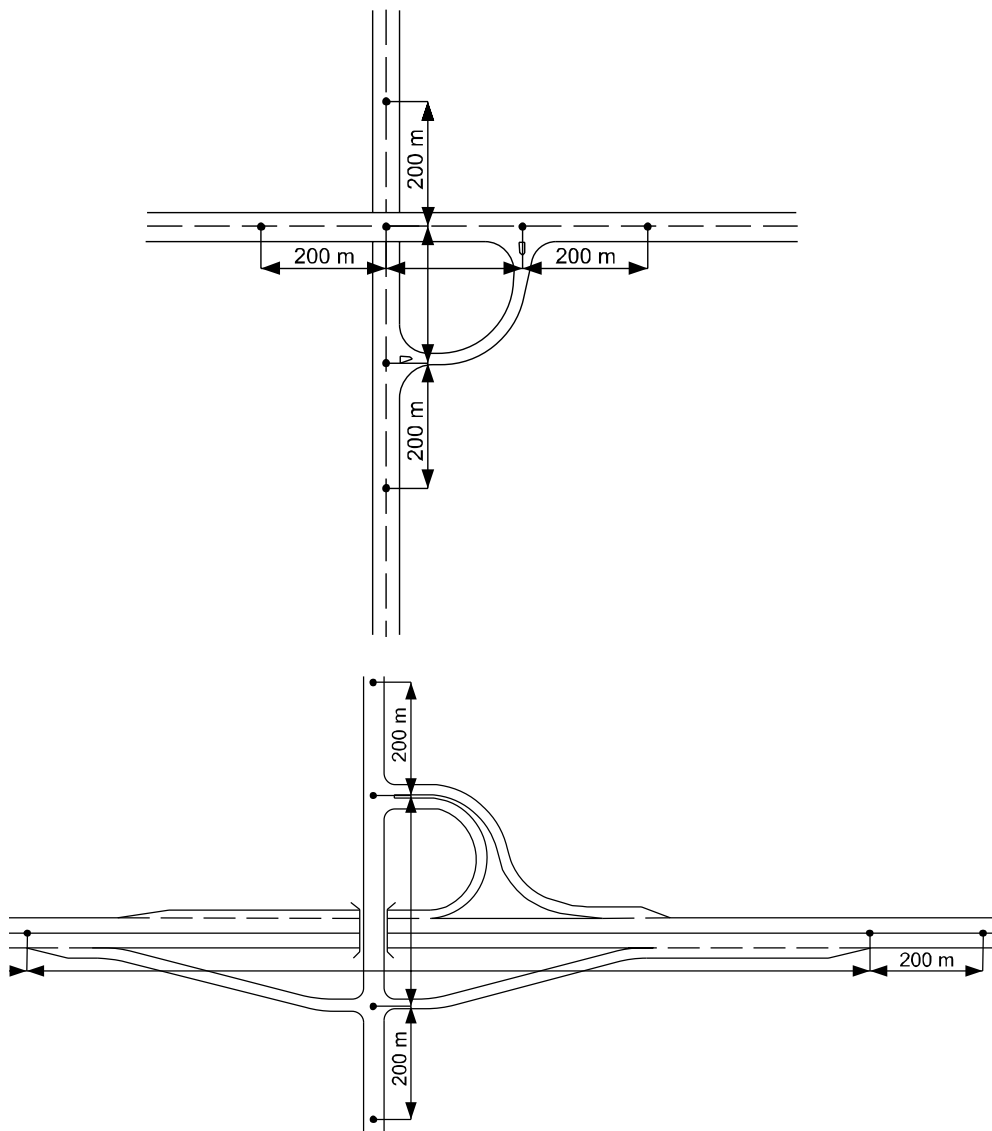
Tähän työhön liittyvä teoreettinen tutkimus koostui kirjallisuustutkimuksesta, jossa on käsitelty erilaisten liittymäratkaisujen turvallisuutta. Kirjallisuustutkimuksessa on perehdytty Suomessa ja ulkomailla tehtyihin selvityksiin sekä suunnitteluohjeisiin. Kirjallisuuskatsauksen perusteella voitiin olettaa, että liikenneturvallisuus olisi yleisesti parantunut. Turvallisuusriskejä oli tunnistettu muun muassa kaista- ja ramppi-järjestelyissä sekä liittymägeometriassa.

Työn empiirisessä osassa eli onnettomuusaineiston analysoinnissa hyödynnettiin määrällistä eli kvantitatiivista tutkimusstrategiaa. Tutkittava aineisto haettiin Liikenneviraston tierekisteristä Excel-muodossa. Rekisteristä saatu liittymä- ja onnettomuuskohtainen data koottiin laajemmiksi liittymätyyppikohtaisiksi taulukoiksi. Perusjoukon muodostivat tässä tutkimuksessa kaikki perusverkon eritasoliittymät, joista määritettiin tutkimukseen soveltuva otos. Aineisto pyrittiin pitämään riittävän laajana

ja edustavana, jotta tuloksia voitaisiin pitää luotettavina ja tulosten vertailu liittymätyyppien välillä olisi mahdollista.

Liittymät etsittiin tietosoitteidensa avulla Tiemappi-karttasovelluksesta, ja niitä tarkasteltiin myös Google Street View -työkalulla. Jokaisesta liittymästä kerättiin ilmakuvat, minkä jälkeen liittymät voitiin luokitella Liikenneviraston (2015c) suunnitteluohjeen mukaisesti liittymätyypeihin. Liittymien karttatarkastelussa kiinnitettiin huomiota myös liittymien erkanemis- ja liittymiskaistoihin, mahdollisiin keskikaiteisiin tai saarekkeisiin, suojateihin sekä lähellä oleviin muihin liittymiin.

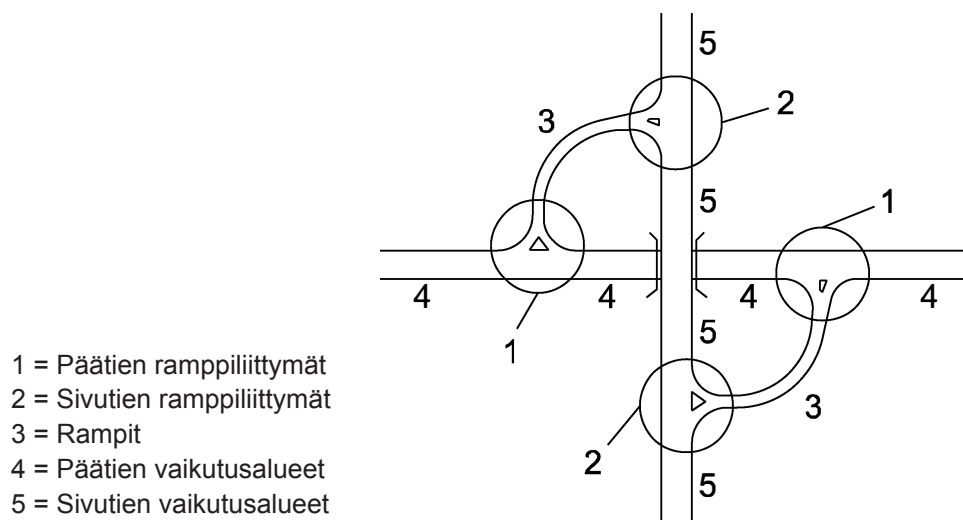
Liittymätyypeille määritettiin vaikutusalueet, joilla tapahtuneet onnettomuudet otettiin mukaan tutkimukseen. Rampit, niiden väliin jäävä alue sekä erkanemis- ja liittymiskaistat kuuluivat mukaan tarkasteluun. Vaikutusalue ulottui pää- ja sivutiellä 200 metriä rampin päästä poispäin. Erkanemis- ja liittymiskaistallisissa liittymissä vaikutusalue ulottui erkanemiskaistan alkukiilasta 200 metriä ja vastaavasti liittymiskaistan loppukiilasta 200 metriä poispäin. Vaikutusalueiden määrittelyä on havainnollistettu kuvassa 17. Muutamissa kohteissa, joissa risteävällä tiellä oli toinen eritasoliittymä alle 200 metrin etäisyydellä, ulotettiin vaikutusalue liittymän päätepisteistä ainoastaan 30 metriä poispäin 200 metrin sijaan. Vaikutusalueen päätepisteille haettiin tietosoitteet Tiemappi-sovelluksen avulla.



Kuva 17. Eritasoliittymien vaikutusalueiden määrittely.



Onnettomuustiedot haettiin jokaiselle liittymälle liittymätyyppin vaikutusalueta vastaavilta etäisyyksiltä. Hakuprosessissa käytettiin kullekin liittymälle määritettyjä vaikutusalueiden tieosoitevälejä. Onnettomuuksien haku tehtiin Tiira-tietopalvelussa, josta tiedot saatiin kerättyä Excel-muodossa. Tiira-palvelu mahdollisti myös onnettomuuksien tarkastelun kartalla. Kaikki vaikutusalueen päätepisteistä alle 30 metrin etäisyydellä tapahtuneet onnettomuudet laskettiin liittymäonnettomuuksiksi, ja 30–200 metrin etäisyydellä tapahtuneiden onnettomuuksien selostukset käytiin läpi ja selvitettiin, voidaanko ne laskea liittymäonnettomuuksiksi. Vaikutusalueet jaettiin tutkittaviin osiin kuvan 18 mukaisesti, ja onnettomuuksien tapahtumapaikat kirjattiin ylös tämän jaon perusteella. Tässä käytettiin apuna karttatarkastelua sekä hyödynnettiin tietoa onnettomuustyyppistä, esimerkiksi risteämisestä, mikä kertoo omalta osaltaan, onko onnettomuus tapahtunut linjalla vai liittymässä.



Kuva 18. Eritasoliittymän vaikutusalueen jako tutkittaviin osiin.

Lopullinen tutkimusaineisto koostui liittymistä, joiden onnettomuus- ja liikennemäärätiedot olivat saatavilla, joten jokaiselle liittymälle voitiin laskea onnettomuusaste. Onnettomuusaste laskettiin kullekin eritasoliittymälle yhtälön (1) mukaisesti. (Tiehallinto 2008a.)

$$\text{Onnettomuusaste} = \frac{\sum_{i=1}^n N_i}{\sum_{i=1}^n KVL \times L_i \times 365 \times 10^{-6}} \quad (1)$$

missä N = onnettomuuksien lukumäärä laskentakaudella  
 KVL = eritasoliittymään saapuvien ajoneuvojen lukumäärä (liittymähaarojen KVL-arvojen summa jaettuna kahdella)  
 L = laskentakauden pituus vuosina (tässä tutkimuksessa kahdeksan vuotta)  
 n = eritasoliittymien määrä tutkittavassa joukossa

Onnettomuusasteen laskeminen useamman liittymän joukolle voidaan tehdä kahdella tavalla. Ensimmäinen vaihtoehto on laskea keskiarvo liittymien onnettomuusasteista. Toinen vaihtoehto on laskea onnettomuusaste käyttäen liittymien yhteenlaskettua onnettomuusmäärää ja yhteenlaskettua liikennemäärää. Laskutavat antavat hieman eri tuloksen, koska ensimmäisessä laskutavassa kaikki liittymät otetaan huomioon samalla painoarvolla, kun taas jälkimmäisellä laskutavalla vilkasliikenteisten liittymien painoarvo hieman kasvaa. Liittymätyyppi kohtaisia onnettomuusasteita määritettäessä tässä työssä käytettiin jälkimmäistä laskentatapaa, sillä se on vähemmän altis satunnaisvaihtelulle. (Tiehallinto 2008b.)

Määrällisessä tutkimuksessa on kuvattu asioita numeeristen arvojen avulla. Tässä työssä tutkimuksen keskeisiä suureita olivat otokseen kuuluvissa liittymissä tapahtuneiden onnettomuuksien lukumäärä ja onnettomuusaste. Myös muuttujien, kuten onnettomuustyyppien, sijainnin ja olosuhteiden vaihtelua tarkasteltiin tutkimuksessa. Tietojen käsittely ja analysointi toteutettiin Excel-tilukkolaskentaohjelmalla. Mainittuja suureita ja muuttujia tarkasteltiin liittymäkohtaisesti, liittymätyypeittäin sekä koko aineiston laajuudella.

Analyysin tulokset raportoitiin taulukoita ja kuvaajia apuna käyttäen. Tulosten perusteella arvioitiin liittymätyypin ja suunnitteluratkaisujen vaikutusta onnettomuuksien määrään, onnettomuusasteeseen ja eri onnettomuustyyppien yleisyyteen. Tuloksia verrattiin edellisen tutkimuksen tuloksiin, millä pyrittiin selittämään perusverkon eritasoliittymien turvallisuudessa tapahtuneita muutoksia. Keskiarvoista poikenneet tapaukset poimittiin yksityiskohtaisempaa tarkastelua varten ja poikkeuksille pyrittiin löytämään selitys. Tulosten luotettavuutta arvioitiin analysoimalla aineiston kattavuutta, onnettomuusasteiden välisten erojen tilastollista merkitsevyyttä ja menetelmien virhemahdollisuuksia.

## 5 Tutkimustulokset

### 5.1 Onnettomuusmäärät

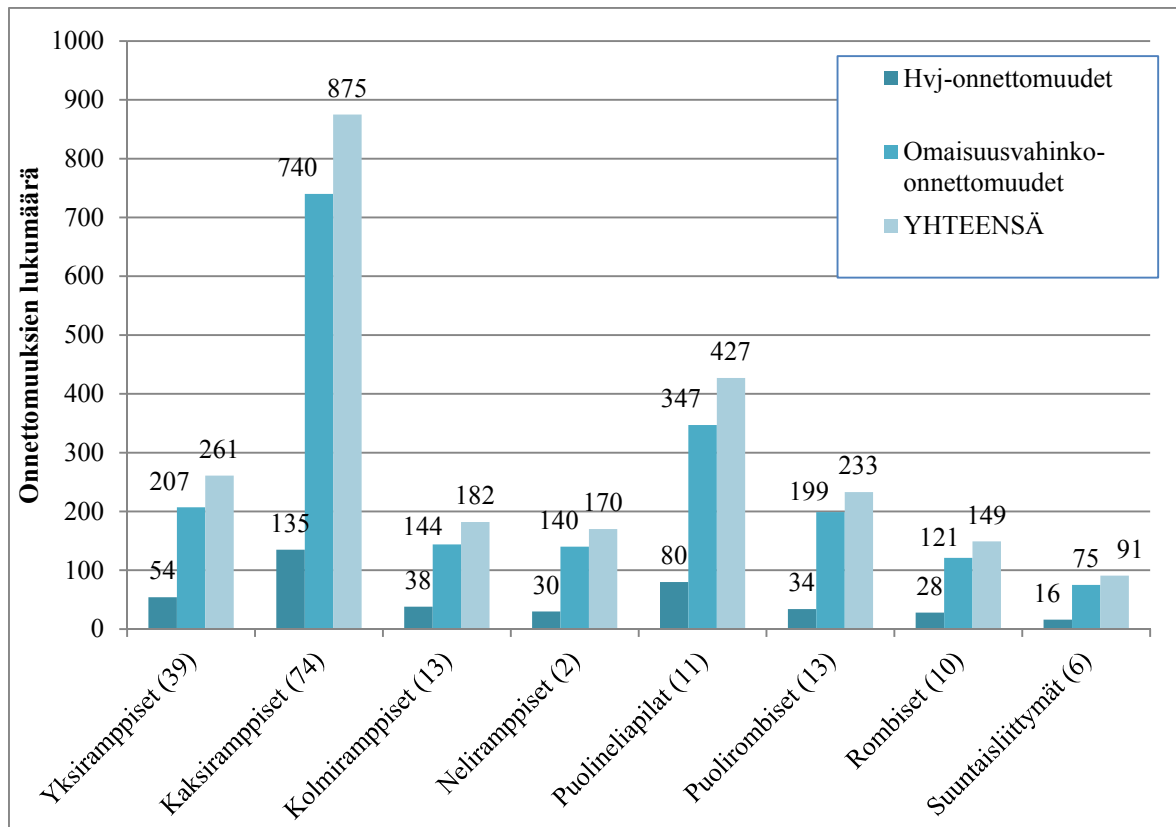
Tutkimuksen 168:ssa perusverkon eritasoliittymässä tapahtui tarkastelujakson aikana yhteensä 2388 onnettomuutta. Onnettomuuksien määrät onnettomuuden vakavuuden mukaan yksi- ja kaksiajorataisilla teillä on kuvattu taulukossa 13. Henkilövahinkoon johtaneita onnettomuuksia oli yhteensä 415 eli 17 % kaikista onnettomuuksista. Hvj-onnettomuuksista kuolemaan johti 11 ja loukkaantumiseen 404 onnettomuutta. Näissä onnettomuuksissa kuoli yhteensä 11 ja loukkaantui 550 henkilöä. Omaisuusvahinko-onnettomuuksia tapahtui kaikkiaan 1973. Omaisuusvahinko-onnettomuuksia tapahtui määrällisesti enemmän kaksiajorataisilla kuin yksiajorataisilla teillä. Hvj-onnettomuuksia tapahtui enemmän yksiajorataisilla teillä, mutta on huomattava, että yksiajorataisten teiden liittymiä oli aineistossa yli 2,5-kertainen määrä kaksiajorataisiin liittymiin verrattuna.

*Taulukko 13. Onnettomuuksien määrät onnettomuuden vakavuuden mukaan yksi- ja kaksiajorataisten teiden eritasoliittymissä.*

<b>Onnettomuuksien vakavuus</b>	<b>Yksiajorataiset (121 liittymää)</b>	<b>Kaksiajorataiset (47 liittymää)</b>	<b>Yhteensä (168 liittymää)</b>
Hvj-onnettomuudet	212	203	415
<i>Kuol. johtaneet</i>	6	5	11
<i>Loukk. johtaneet</i>	206	198	404
Omaisuusvahinko-onnettomuudet	961	1 012	1 973
<b>Yhteensä</b>	<b>1 173</b>	<b>1 215</b>	<b>2 388</b>

Liittymätyypeittäin tarkasteltuina onnettomuuksien määrät on esitetty kuvassa 19. Mukana ovat sekä yksi- että kaksiajorataisten teiden eritasoliittymien onnettomuudet. Pylväsdiagrammissa on eritelty hvj- ja omaisuusvahinko-onnettomuudet sekä kuvattu onnettomuuksien kokonaismäärä. Vaaka-akselilla suluissa on kerrottu kunkin liittymätyypin liittymien lukumäärä. Diagrammista erottuvat selvimmin kaksirampipisten eritasoliittymien onnettomuudet. Kaksiramppisia liittymiä oli aineistossa selvästi enemmän kuin muita liittymätyyppejä, ja myös onnettomuuksien määrä kaksiramppisilla liittymillä on muita suurempi. Puolineliapilaliittymissä tapahtui toiseksi eniten onnettomuuksia, vaikka kyseisiä liittymiä oli aineistossa vain runsas 6 % kaikista liittymistä, kun taas kaksiramppisia liittymiä oli 44 % kaikista liittymistä.

Kaikkien 2388 tapahtuneen onnettomuuden osalta tieto tien pinnan liukkaudesta oli 2366 onnettomuudessa. Onnettomuuksista 45 % eli 1075 onnettomuutta on kirjattu tapahtuneeksi liukkaalla kelillä, jolloin tien pinta on ollut luminen, sohjoinen, jäinen, märkä tai tien urissa on ollut vettä. Onnettomuushetken valoisuustieto oli olemassa 2382 onnettomuuden osalta. Hämärän tai pimeän aikana tapahtuneita onnettomuuksia oli näistä 13 % eli 307 onnettomuutta.



Kuva 19. Onnettomuuksien lukumäärät liittymätyypeittäin. Vaaka-akselilla su-  
luissa on liittymien lukumäärä kullakin liittymätyypillä.

## 5.2 Onnettomuusasteet

Onnettomuusaste laskettiin erikseen kaikille onnettomuuksille sekä henkilövahin-  
koon johtaneille onnettomuuksille. Onnettomuusasteen laskentakaava ja -periaate on  
esitetty luvussa 4.3. Onnettomuusaste määritettiin jokaiselle liittymälle sekä kaikille  
liittymätyypeille, yksi- ja kaksiajorataisille liittymille sekä koko aineistolle. Taulukos-  
sa 14 on esitetty lasketut onnettomuusasteet yksi- ja kaksiajorataisten teiden eri-  
tasoliittymille sekä kaikille tarkastelluille liittymille. Yksiajorataisten teiden kaikkien  
onnettomuuksien onnettomuusaste oli 0,30 onnettomuutta miljoonaa liittymään saa-  
puvaa ajoneuvoa kohden. Vastaava arvo kaksiajorataisilla teillä oli hieman korkeampi,  
eli 0,39 onn./milj.saap.ajon. Hvj-onnettomuusaste yksiajorataisilla teillä oli 0,05 ja  
kaksiajorataisilla 0,06 hvj-onn./milj.saap.ajon. Kaikki tarkastellut liittymät huomioon  
otettuina koko tutkimusaineistolle laskettu onnettomuusaste oli 0,34 ja hvj-  
onnettomuusaste 0,06.

Taulukko 14. Onnettomuusaste sekä hvj-onnettomuusaste yksi- ja kaksiajorataisten  
teiden eritasoliittymissä sekä kaikissa tutkituissa liittymissä. Yksikkönä  
on onn. / milj. liittymään saapuvaa ajoneuvoa.

Eritasoliittymä	Onnettomuusaste (kaikki onnettomuudet)	Hvj-onnettomuusaste
Yksiajorataiset tiet	0,30	0,05
Kaksiajorataiset tiet	0,39	0,06
Kaikki tiet	0,34	0,06

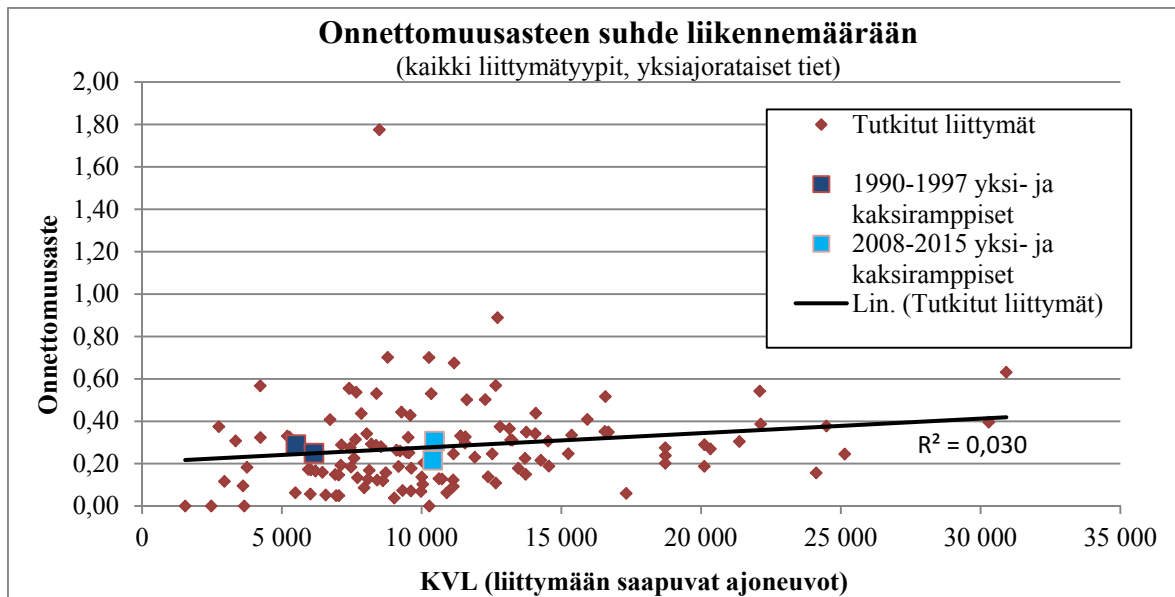
Liittymätyyppikohtaista vertailua varten eri liittymätyyppien onnettomuusasteet on esitetty taulukossa 15. Pienimmät onnettomuusasteet olivat yksiramppisilla eritasoliittymillä ja suuntaisliittymillä: 0,22 ja 0,21 onn./milj.saap.ajon. Suurimmat onnettomuusasteet olivat puolestaan neliramppisilla eritasoliittymillä (0,51) sekä puolineliapilaliittymillä (0,44). Hvj-onnettomuusaste vaihteli välillä 0,04–0,09 hvj-onn./milj.saap.ajon. Suurin hvj-onnettomuusaste oli niin ikään neliramppisilla eritasoliittymillä ja pienin suuntaisliittymillä. Neliramppisten liittymien otos on kuitenkin niin pieni, että tuloksesta ei kannata tehdä päätelmiä kyseiselle liittymätyypille. Sivutien risteämisellä päätien ala- tai yläpuolella ei havaittu tämän tutkimuksen perusteella olevan vaikutusta onnettomuusasteisiin.

*Taulukko 15. Onnettomuusaste ja hvj-onnettomuusaste liittymätyypeittäin. Yksikkönä on onn. / milj. liittymään saapuvaa ajoneuvoa.*

<b>Liittymätyyppi (suluissa lkm)</b>	<b>Onnettomuusaste (kaikki onnettomuudet)</b>	<b>Hvj- onnettomuusaste</b>
Yksiramppiset (39)	0,22	0,05
Kaksiramppiset (74)	0,35	0,05
Kolmiramppiset, erik. tap. (13)	0,37	0,08
Neliramppiset, erik. tap. (2)	0,51	0,09
Puolineliapilat (11)	0,44	0,08
Puolirombiset (13)	0,32	0,05
Rombiset (10)	0,39	0,07
Suuntaisliittymät (6)	0,21	0,04

Onnettomuusasteen laskennassa otetaan huomioon liikennemäärä, joten liikennemäärää ei yleisesti pidetä selittävänä tekijänä suurelle onnettomuusasteelle. Kuitenkin havaintojen perusteella voidaan todeta, että liikennemäärän kasvaessa myös onnettomuuksien riski kasvaa. Kuva 20 esittää tämän tutkimuksen liittymien onnettomuusasteet suhteessa liittymien liikennemäärään yksiajorataisten teiden eritasoliittymien osalta. Pistejoukkoon on sovitettu lineaarinen regressiosuora, joka kuvaa kahden muuttujan eli onnettomuusasteen ja liikennemäärän yhteyttä. Regressiosuora on loivasti nouseva, joten tämän aineiston perusteella havaitaan, että liikennemäärän kasvaessa myös onnettomuusaste todennäköisesti kasvaa. Havaintopisteet ovat kuitenkin hajanaisia, joten poikkeamat keskiarvoon nähden ovat huomattavia. Selityskerroin  $R^2$  (0,030) on regression selittämän vaihtelun osuus kokonaisvaihtelusta. Selityskerroin tulkitaan siten, että 3% onnettomuusasteen vaihtelusta voidaan selittää liikennemäärän vaihtelulla. Kuvaajassa otettu huomioon kaikki onnettomuudet, mutta pelkästään henkilövahinko-onnettomuuksia tarkasteltaessa liikennemäärän ja onnettomuusasteen välinen yhteys oli selvempi, ja regressiosuoran selityskerroin  $R^2 = 0,063$ .

Kuvassa 20 on esitetty myös tämän sekä edellisen tutkimuksen koko aineiston yksiajorataisten teiden yksi- ja kaksiramppisille eritasoliittymille määritetyt onnettomuusasteet suhteessa keskimääräiseen liikennemäärään. Tämän avulla saadaan käsitys onnettomuusasteiden ja liikennemäärien kehityksestä. Keskimääräiset liikennemäärät ovat nousseet selvästi vuosista 1990–1997, mutta onnettomuusasteet ovat pysyneet lähes ennallaan.



Kuva 20. Eritasoliittymien onnettomuusaste suhteessa liikennemäärään.

Taulukossa 16 on esitetty onnettomuusasteet sekä onnettomuusmäärän ja liittymään saapuvien ajoneuvojen määrän keskiarvot liittymissä, joissa on erkanemiskaista ja liittymiskaista tai -kaistoja joko päätiellä, sivutiellä tai molemmilla, sekä liittymissä, joiden kohdalla ajosuunnat on erotettu toisistaan keskikaiteella, saarekkeella tai keskialueella. Taulukossa on laskettu vastaavat arvot myös verrokkiryhmille, joissa ei ole toteutettu kyseisiä suunnitteluratkaisuja. Kyseisten eritasoliittymien onnettomuusasteet ja onnettomuuksien keskimääräiset määrät olivat yllättäen muita eritasoliittymiä suuremmat. Taulukosta kuitenkin nähdään myös, että erkanemiskaistat, liittymiskaistat sekä ajosuuntien erottaminen on toteutettu vilkasliikenteisillä teillä. Taulukon arvot sisältävät koko eritasoliittymässä tapahtuneet onnettomuudet ja koko eritasoliittymän liikennemäärän. Erkanemis- ja liittymiskaistat sekä ajosuuntien erottaminen ovat kuitenkin vain yksi osa eritasoliittymää, joten niiden turvallisuuden tarkemmassa arvioinnissa tulisi tarkastella ainoastaan kyseisissä kohdissa tapahtuneita onnettomuuksia ja näiden kohtien liikennemäärää. Tämän työn yhteydessä ei kuitenkaan ollut resursseja toteuttaa onnettomuuksien ja onnettomuusasteen laskentaa erikseen näille kohdille.

Taulukko 16. Erkanemiskaistallisten, liittymiskaistallisten ja keskikaiteellisten liittymien onnettomuusasteet, keskimääräiset vuosittaiset onnettomuusmäärät ja liikennemäärä.

Liittymä	Lkm	Onn.aste	Hvj-onn.aste	Kaikki onn./v. /liittymä	Hvj-onn./v. /liittymä	Saapuvat ajon./v /liittymä
Erkanemiskaistallinen	147	0,35	0,06	1,91	0,33	14 899
Ei erkanemiskaistoja	21	0,22	0,03	0,86	0,13	10 676
Liittymiskaistallinen	92	0,38	0,06	2,35	0,39	17 090
Ei liittymiskaistoja	76	0,27	0,05	1,10	0,21	11 032
Keskikaide, saareke tai keskialue	49	0,39	0,06	3,11	0,52	22 118
Ei keskikaidetta, saareketta tai keskialuetta	119	0,30	0,05	1,23	0,22	11 267

Taulukko 17 esittää onnettomuusasteet, onnettomuusmäärien keskiarvot, liittyimiin saapuvat ajoneuvot ja sivutien liikenteen osuuden eritasoliittymissä, joissa jokin rampeista päättyy nelihaaraliittymään, kiertoliittymään, valo-ohjattuun liittymään, kadun liittymään tai päätien liittymässä suuntaistasoliittymään. Kuten edellisessä taulukossa, myös tämän taulukon arvot sisältävät koko eritasoliittymässä tapahtuneet onnettomuudet ja koko eritasoliittymän liikennemäärän. Rampin ja sivutien välisen tasoliittymän turvallisuuden tarkemmassa arvioinnissa tulisi ottaa huomioon ainoastaan kyseisen kohdan onnettomuudet ja liikennemäärät. Tässä työssä tehdyt tarkastelut eivät siis yksinään riitä todistamaan mainittujen suunnitteluratkaisujen turvallisuusvaikutuksia.

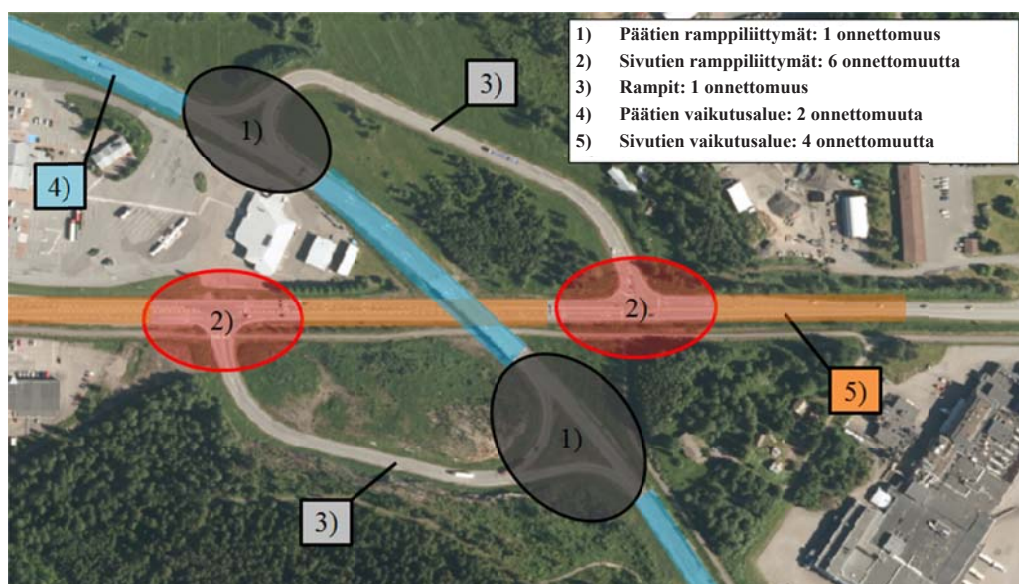
Taulukosta 17 nähdään, että nelihaaraliittymät, kiertoliittymät ja valo-ohjatut liittymät sijaitsivat kohteissa, joissa sivutien liikenteen osuus oli muita liittymiä suurempi. Nelihaaraliittymissä ja valo-ohjatuissa liittymissä onnettomuusasteet ja onnettomuuksien määrä olivat verrokkiryhmiä suuremmat. Kiertoliittymällä varustetuissa sivutien liittymissä hvj-onnettomuusaste oli muita liittymiä pienempi. Eritasoliittymissä, joissa risteävä tie oli katu, oli korkeat onnettomuus- ja hvj-onnettomuusasteet. Vaikka liikennemäärät näissä liittymissä olivat suuret, sivutien osuus oli pienempi kuin muilla liittymillä. Eritasoliittymien, joissa on suuntaistasoliittymä, onnettomuusaste on muita liittymiä korkeampi. Tähän kuitenkin vaikuttanee näiden eritasoliittymien liikennemäärä, joka on kaksinkertainen muihin liittyimiin verrattuna. Suuntaistasoliittymällisten liittymien joukko koostui yksi-, kaksi- ja kolmiramppisista eritasoliittymistä, joissa päätien liittymä on suuntaistasoliittymä. Muut liittymätyypit jätettiin ryhmän ulkopuolelle.

*Taulukko 17. Onnettomuusasteet, onnettomuuksien keskiarvo, liikennemäärä ja sivutien osuus erilaisissa ramppiliittymissä (nelihaara, kiertoliittymä, valo-ohjattu, katu ja suuntaistasoliittymä).*

Rampin päässä	Lkm	Onn. aste	Hvj-onn. aste	Kaikki onn./v. /liittymä	Hvj-onn./v /liittymä	Saapuvat ajon./v /liittymä	Sivutien %-osuus
Nelihaaraliittymä	29	0,38	0,07	1,88	0,36	13 000	36 %
Muut liittymätyypit	139	0,33	0,06	1,76	0,30	15 000	35 %
Kiertoliittymä	14	0,36	0,05	2,35	0,36	18 000	47 %
Muut liittymätyypit	154	0,34	0,06	1,72	0,30	14 000	34 %
Valo-ohjattu liittymä	20	0,49	0,07	5,61	0,85	31 000	40 %
Muut liittymätyypit	148	0,29	0,05	1,26	0,24	12 000	33 %
Katu	4	0,48	0,08	4,44	0,72	26 000	41 %
Muut liittymätyypit	164	0,33	0,06	1,71	0,30	14 000	56 %
Päätien liittymä suuntaistasoliittymä	76	0,34	0,06	1,47	0,25	12 000	37 %
Muut liittymätyypit	92	0,27	0,05	0,57	0,10	6 000	37 %

## 5.3 Onnettomuuksien sijainti

Liittymien vaikutusalueen jako tutkittaviin osiin on kuvattu aiemmin luvussa 4.3 ja esitetty kuvassa 18. Päätien ramppiliittymässä tapahtuneet onnettomuudet käsittävät erkanemisen päätieltä rampille ja liittymisen rampilta päätielle. Tämä sisältää risteämiskohdassa ja sen välittömässä läheisyydessä tapahtuneet onnettomuudet. Sivutien liittymässä onnettomuudet ovat puolestaan tapahtuneet sivutieltä rampille erkaannuttaessa tai rampilta sivutielle liittyttäessä. Rampeilla tapahtuneet onnettomuudet ovat ramppien linjaosuudella tapahtuneita onnettomuuksia. Päätien vaikutusalueen onnettomuudet sisältävät päätiellä muualla kuin ramppiliittymässä tapahtuneet onnettomuudet, ja vastaavasti sivutien vaikutusalueen onnettomuudet sisältävät sivutiellä muualla kuin ramppiliittymässä sattuneet onnettomuudet. Pää- ja sivutien vaikutusalueiden osalta ei ole eritelty, tapahtuivatko onnettomuudet ramppiliittymien välillä vai niiden ulkopuolisella osuudella. Kuvassa 21 on esimerkki eritasoliittymän onnettomuuksien sijaintien tarkastelusta.



Kuva 21. Esimerkki onnettomuuksien sijaintien tarkastelusta (Vt 2 x Vt 10, Forssa).

Onnettomuuksien sijoittuminen eritasoliittymän vaikutusalueen eri osiin on kuvattu taulukossa 18. Taulukon arvoissa ovat mukana kaikkien tutkittujen liittymien onnettomuudet. Suurin osuus, 793 onnettomuutta eli noin 33 % kaikista onnettomuuksista, tapahtui sivutien liittymässä. Näistä onnettomuuksista suuri osa oli peräänajoja, suistumisia risteämiskohdassa ja rampilta risteävän tien yli suoraan ajavan ja sivutietä suoraan ajavan ajoneuvon välisiä törmäyksiä. Päätien liittymässä sattui 514 onnettomuutta, mikä vastaa runsasta 21 prosenttia kaikista onnettomuuksista. Päätien ramppiliittymässä yleisimmät onnettomuuden syyt olivat peräänajo ja suistuminen risteämiskohdassa. Risteämiskohdan suistumiset olivat esimerkiksi ojaan suistumisia kääntymisen aikana sekä suistumisia kohti liikenteenjakajaa tai liikennemerkkejä. Päätien vaikutusalueella tapahtui 686 onnettomuutta eli liki 29 % kaikista onnettomuuksista. Selvästi suurin osa näistä oli eläinonnettomuuksia. Myös suistuminen suoralla ja peräänajo olivat yleisiä onnettomuustyypppejä. Sivutien vaikutusalueella ja rampeilla tapahtui huomattavasti vähemmän onnettomuuksia. Lähes 10 % kaikista onnettomuuksista sattui sivutien vaikutusalueella. Suurin osa onnettomuuksista oli eläinonnettomuuksia ja peräänajoja. Rampeilla tapahtui 7 % kaikista onnettomuuksista. Nämä olivat enimmäkseen suistumisia, peräänajoja ja eläinonnettomuuksia.



Myös henkilövahinko-onnettomuuksia tapahtui eniten sivutien liittymässä; kaikkiaan 152, mikä vastaa lähes 37 % kaikista hvj-onnettomuuksista. Päätien vaikutusalueen onnettomuuksia oli noin 24 % ja päätien liittymän onnettomuuksia 22 % hvj-onnettomuuksista. Jälleen sivutien vaikutusalueen ja ramppien hvj-onnettomuuksien osuus oli huomattavasti pienempi kuin muiden sijaintien.

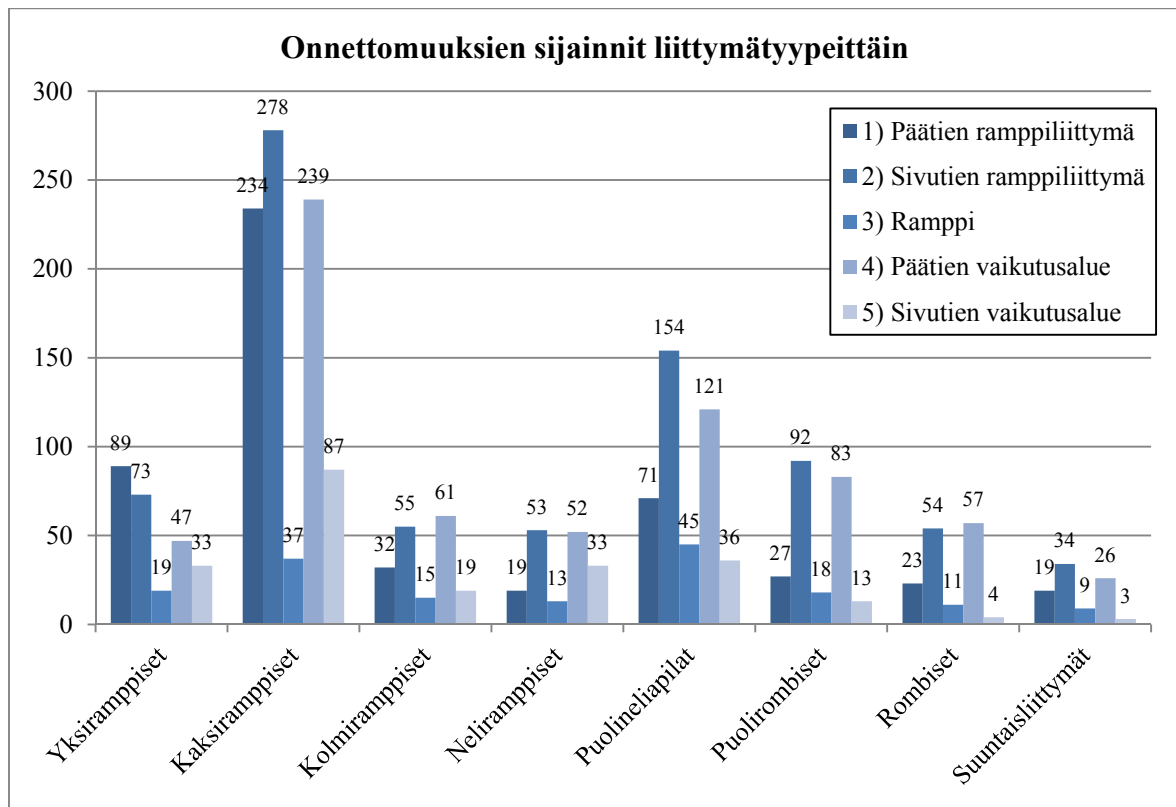
*Taulukko 18. Onnettomuuksien sijoittuminen eritasoliittymän vaikutusalueen eri osiin.*

Onnettomuuden sijainti	Kaikkien onn. lkm	%-osuus	Hvj-onn. lkm	%-osuus
1) Päätien ramppiliittymä	514	21,5	93	22,4
2) Sivutien ramppiliittymä	793	33,2	152	36,6
3) Ramppi	167	7,0	29	7,0
4) Päätien vaikutusalue	686	28,7	100	24,1
5) Sivutien vaikutusalue	228	9,5	41	9,9
Yhteensä	2388	100	415	100

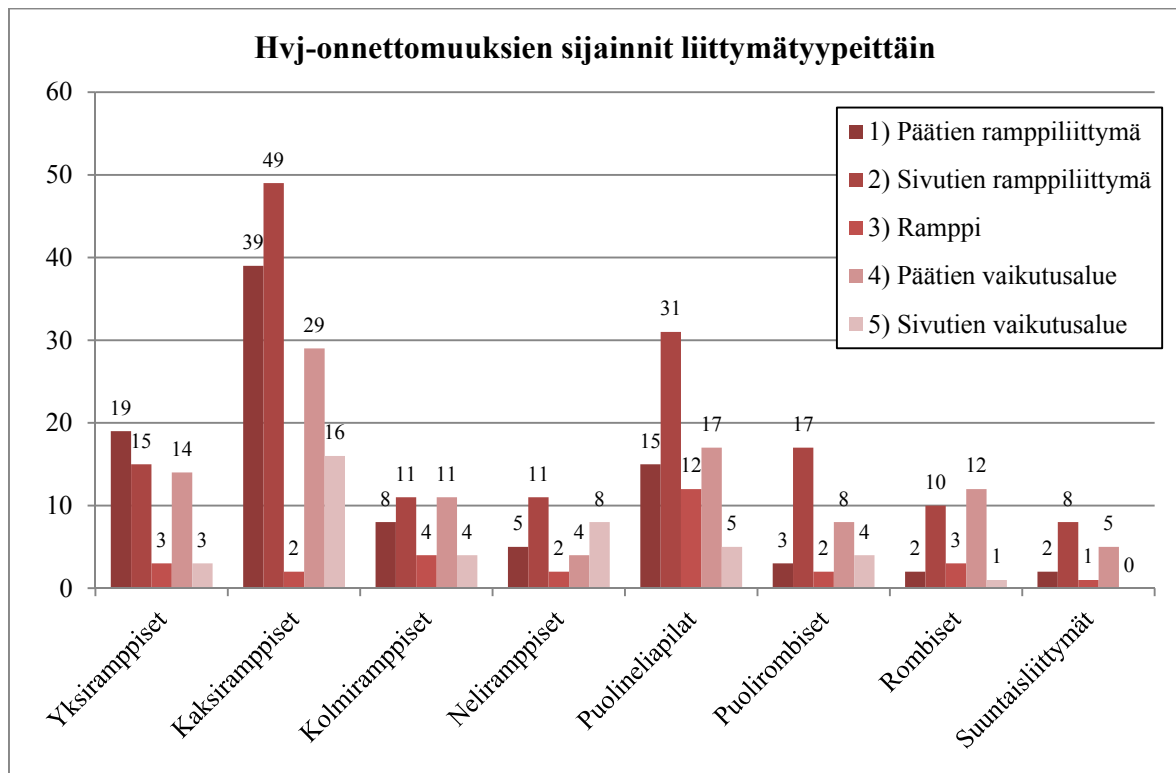
Onnettomuuksien sijaintia eritasoliittymän eri osissa tarkasteltiin myös liittymätyypeittäin, jotta olisi mahdollista tunnistaa liittymätyyppien ongelmakohtia. Tarkastelun tulokset on esitetty kuvassa 22. Yksiramppisissa liittymissä eniten onnettomuuksia tapahtui päätien liittymissä (34 %) ja sivutien liittymissä (28 %). Kaksiramppisten eritasoliittymien onnettomuuksista suurin osa (32 %) oli sivutien liittymässä tapahtuneita, mutta myös päätien vaikutusalueella ja päätien liittymässä tapahtui merkittävä määrä onnettomuuksia. Kolmiramppisissa liittymissä puolestaan suurin osa onnettomuuksista (34 %) tapahtui päätien vaikutusalueella. Sekä yksi-, kaksi- ja kolmiramppisissa liittymissä vähiten onnettomuuksia tapahtui rampeilla ja toiseksi vähiten sivutien vaikutusalueella. Neliramppisia liittymiä oli aineistossa ainoastaan kaksi, joten tulosten yleistäminen ei ole järkevää, vaikka suurin osa onnettomuuksista tapahtuikin koko aineiston yleisen trendin mukaisesti sivutien liittymässä ja päätien vaikutusalueella.

Myös muiden liittymätyyppien kohdalla tuloksista on havaittavissa, että eniten onnettomuuksia tapahtui sivutien liittymässä ja päätien vaikutusalueella. Rombisten liittymien osalta päätien vaikutusalueella tapahtui enemmän onnettomuuksia kuin sivutien liittymässä. Puolineliapilaliittymillä, puolirombisilla, rombisilla ja suuntaiseritasoliittymillä rampeilla tapahtuneiden onnettomuuksien osuus oli suurempi kuin yksi-, kaksi-, kolmi- tai neliramppisilla eritasoliittymillä.

Henkilövahinkoon johtaneiden onnettomuuksien osalta vastaavat tulokset onnettomuuksien sijaintien tarkastelusta liittymätyypeittäin on esitetty kuvassa 23. Kaikilla liittymätyypeillä yksiramppisia ja rombisia eritasoliittymiä lukuun ottamatta suurin osa henkilövahinko-onnettomuuksista tapahtui sivutien liittymässä. Yksiramppisissa eritasoliittymissä suurin osa eli 35 % hvj-onnettomuuksista tapahtui päätien liittymässä. Rombisissa liittymissä puolestaan päätien vaikutusalueella erkanemis- ja liittymisalueiden välisellä osuudella sattui eniten henkilövahinko-onnettomuuksia (43 %). Yksi- ja kaksiramppisissa liittymissä päätien liittymässä tapahtuneiden hvj-onnettomuuksien osuus oli suurempi kuin useampiramppisissa liittymissä. Puolineliapilaliittymien hvj-onnettomuuksista 15 % tapahtui rampeilla, mikä on enemmän kuin muilla liittymillä.



Kuva 22. Onnettomuuksien sijoittuminen vaikutusalueen eri osiin liittymätyypeittäin.



Kuva 23. Hvj-onnettomuuksien sijoittuminen vaikutusalueen eri osiin liittymätyypeittäin.

## 5.4 Onnettomuustyytit

Tutkittujen liittymien onnettomuudet on luokiteltu onnettomuustyyteittäin taulukossa 19 sivuilla 49-50. Onnettomuustyytit ovat onnettomuustyyppikuvaston mukaiset (liite 1). Taulukossa on eriteltyinä kaikki onnettomuudet ja henkilövahinko-onnettomuudet sekä esitetty onnettomuustyytin prosenttiosuus kokonaisuudesta.

Kaikista onnettomuuksista noin 29 % oli samaan suuntaan ajavien ajoneuvojen välisiä onnettomuuksia, joihin ei liittynyt ajoneuvon kääntymistä. Peräänajojen (onnettomuustyytit 06-08) osuus on koko aineistossa merkittävä, sillä peräänajoja tapahtui 467, mikä vastaa lähes viidesosaa kaikista tarkastelujakson onnettomuuksista. Peräänajot tapahtuivat yleisimmin sivutien ja päätien ramppiliittymissä. Myös kaistanvaihdon yhteydessä tapahtui huomattava määrä onnettomuuksia; 123 onnettomuutta. Loput 104 onnettomuutta olivat ohitusonnettomuuksia ja muita samojen ajosuuntien onnettomuuksia.

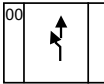
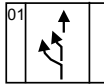
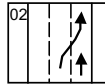
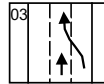
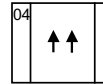
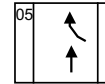
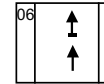
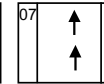
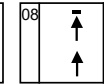
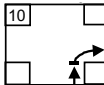
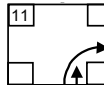
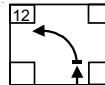
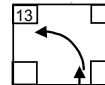
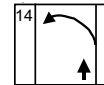
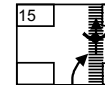
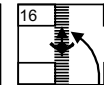
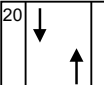
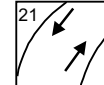
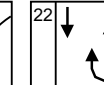
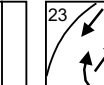
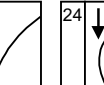
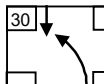
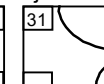

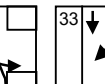
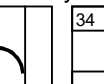
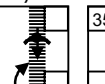

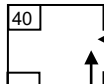


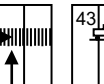
Onnettomuuksia, joissa oli mukana kääntyvä ajoneuvo, tapahtui yhteensä 589 eli runsaat 24 % kaikista onnettomuuksista. Kääntyvän ajoneuvon onnettomuuksilla tarkoitetaan tässä kaikkia kääntymisonnettomuuksia eli saman ajosuunnan, vastakaisten ajosuuntien ja risteävien ajosuuntien ajoneuvojen välisiä kääntymisonnettomuuksia (onnettomuustyytit 10-19, 30-39 ja 50-59). Näistä oikealle käännnyttäessä tapahtui 198 onnettomuutta ja vasemmalle käännnyttäessä 272. Kääntymisonnettomuuksia vasemmalle tapahtui siis 37 % enemmän kuin kääntymisonnettomuuksia oikealle. Jäljelle jäävät 119 onnettomuutta olivat muita kääntymisonnettomuuksia, kuten U-käännöksiä.

Suistumisonnettomuuksia oli yhteensä 506 eli runsaat 21 % koko aineiston onnettomuuksista. Kaikista suistumisista noin 38 % oli suistumisia oikealle ja 29 % suistumisia vasemmalle. Suistuminen risteämiskohdassa (onnettomuustyyppi 86) oli myös yksi yleisimmistä yksittäisistä onnettomuustyyteistä koko aineistossa, sillä niitä tapahtui yhteensä 125.

Kohtaamisonnettomuuksien osuus kaikista onnettomuuksista oli vain 2,4 % ja hvj-onnettomuuksista 6 %. Keskikaiteet, saarekkeet ja keskialueet auttavat ehkäisemään vakavia kohtaamisonnettomuuksia, kun ajosuunnat on erotettu toisistaan.

Henkilövahinko-onnettomuuksista hieman yli viidesosa oli suistumisonnettomuuksia. Näistä 94:stä henkilövahinkoon johtaneesta suistumisesta 38 oli suistumisia oikealle ja 31 suistumisia vasemmalle. Henkilövahinkoihin johtaneet suistumiset tapahtuivat yleisimmin suoralla tieosuudella päätien vaikutusalueella sekä päätien ramppiliittymän kohdalla. Myös peräänajo oli yleinen hvj-onnettomuustyyppi, sillä kaikkiaan 63 peräänajo-onnettomuutta johti henkilövahinkoon. Muita yleisiä onnettomuustyypejä henkilövahinkojen osalta olivat vasemmalle tai oikealle kääntyminen samoilla ajosuunnilla, vasemmalle kääntyminen vastaantulijan eteen ja kääntyminen vasemmalle risteävillä ajosuunnilla.

Taulukko 19. Perusverkon eritasoliittymissä ja niiden vaikutusalueilla vuosina 2008–2015 tapahtuneet onnettomuudet ja niiden prosenttiosuudet onnettomuustyypeittäin.

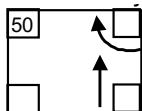
Onnettomuustyyppi	Kaikki onn. lkm	Hvj-onn. lkm
<b>Samat ajosuunnat, ei kääntyviä (0)</b>	<b>694 (29,1 %)</b>	<b>82 (19,8 %)</b>
<i>Ohitus (00, 01)</i>	17	2
<i>Kaistanvaihto (02, 03)</i>	123	8
<i>Peräänajo (06, 07, 08)</i>	467	63
<i>Muut, samat ajos., ei käänt. (04, 05, 09)</i>	87	9
        		
<b>Samat ajosuunnat, kääntyy (1)</b>	<b>239 (10,0 %)</b>	<b>47 (11,3 %)</b>
<i>Kääntyminen oikealle (10, 11, 15)</i>	134	21
<i>Kääntyminen vasemmalle (12, 13, 16)</i>	72	20
<i>U-käännös (14)</i>	20	5
<i>Muut, samat ajos., käänt. (19)</i>	13	1
      		
<b>Kohtaamisonnettomuus (2)</b>	<b>57 (2,4 %)</b>	<b>25 (6 %)</b>
<i>Kohtaaminen suoralla (20, 22)</i>	28	11
<i>Kohtaaminen kaarteissa (21, 23)</i>	10	9
<i>Muu kohtaamisonnettomuus (24, 29)</i>	19	5
    		
<b>Vastakkaiset ajosuunnat, kääntyy (3)</b>	<b>101 (4,2 %)</b>	<b>32 (7,7 %)</b>
<i>Käänt. vas. vast.tul. eteen (30)</i>	72	23
<i>Muu kääntyminen (31 - 39)</i>	29	9
      		
<b>Risteävät ajosuunnat, ei kääntyviä (4)</b>	<b>136 (5,7 %)</b>	<b>48 (11,6 %)</b>
   		

Risteävät ajosuunnat, kääntyä (5) 249 (10,4 %) 47 (11,3 %)

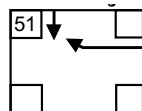
Kääntyminen oikealle (50, 51) 64 7

Kääntyminen vasemmalle (52 - 54) 128 27

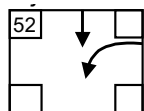
Muu rist. ajosuunnat, kääntyminen (59) 57 13



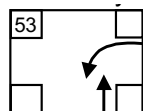
Kääntyminen oikealle toisen eteen tai kylkeen



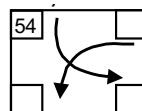
Kääntyminen oikealle vastaan-tulevan eteen tai kylkeen



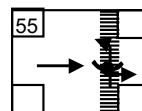
Kääntyminen vasemmalle toisen eteen tai kylkeen



Kääntyminen vasemmalle risteävän eteen tai kylkeen

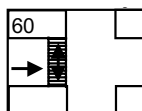


Yhtäaikainen vasemmalle kääntyminen

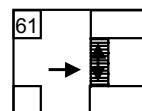


Pyörätietä ajavan pyöräilijän kääntyminen ajoneuvon eteen tai kylkeen

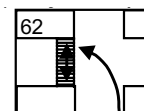
Jk-onn. suoja tiellä (6) 6 (0,3 %) 5 (1,2 %)



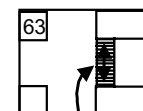
Jalankulkija suoja tiellä ennen risteystä



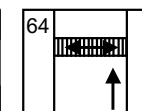
Jalankulkija suoja tiellä risteuksen jälkeen



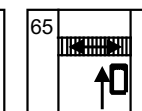
Jalankulkija suoja tiellä, ajoneuvo kääntyi vasemmalle



Jalankulkija suoja tiellä, ajoneuvo kääntyi oikealle

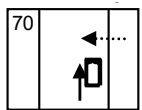


Jalankulkija suoja tiellä, suojatie risteuksen ulkopuolella

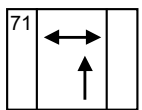


Jalankulkija suoja tiellä, suojatien eteen pysähtynyt ajoneuvo

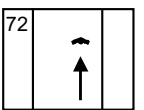
Jk-onn. muualla kuin suoja tiellä (7) 5 (0,3 %) 3 (0,7 %)



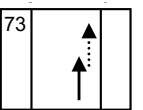
Jalankulkija tuli pysähtyneen ajoneuvon takaa



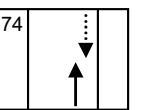
Jalankulkija ylitti muutoin ajorataa suojatien ulkopuolella



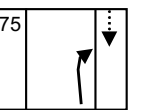
Jalankulkija pysähtyneen ajoradalla



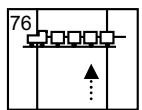
Jalankulkija kulki liikenteen suuntaan



Jalankulkija kulki liikennettä vastaan



Jalankulkija jalkakäytävällä tai liikennekorokkeella



Junan ja jalankulkijan törmäys

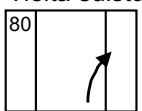
Suistuminen (8) 506 (21,2 %) 94 (22,7 %)

Suistuminen oikealle (80, 82, 84) 190 38

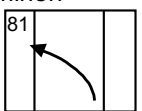
Suistuminen vasemmalle (81, 83, 85) 145 31

Suistuminen risteyksessä (86) 125 16

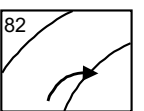
Muu suistuminen (89) 46 9



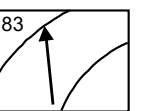
Suistuminen oikealle suoralla



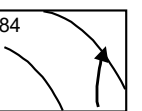
Suistuminen vasemmalle suoralla



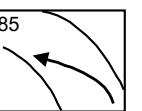
Suistuminen oikealle oikealle kääntyvässä kaarteessa



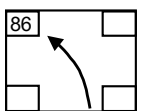
Suistuminen vasemmalle oikealle kääntyvässä kaarteessa



Suistuminen oikealle vasemmalle kääntyvässä kaarteessa



Suistuminen vasemmalle vasemmalle kääntyvässä kaarteessa

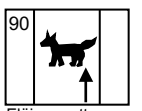


Suistuminen tieltä risteyksessä

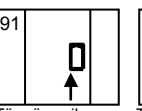
Muu onnettomuus (9) 395 (16,5 %) 32 (7,7 %)

Eläinonnettomuus (90) 247 5

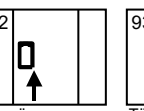
Muut (91 - 99) 148 27



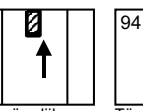
Eläinonnettomuus



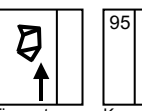
Törmäys oikeaan reunaan pysäköityn ajoneuvon



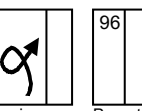
Törmäys vasempaan reunaan pysäköityn ajoneuvon



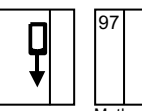
Törmäys liikennekorokkeeseen



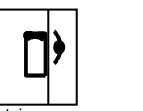
Törmäys esteeseen ajoradalla



Kumoonajo ajoradalla



Peruutusonnettomuus



Matkustaja nousemassa tai poistumassa ajoneuvosta

Yhteensä

2388 (100 %)

415 (100 %)

Eläinonnettomuuksia tutkimusaineistossa oli yhteensä 247, mikä vastaa hieman yli kymmentä prosenttia kaikista tarkastelujakson onnettomuuksista. Eläinonnettomuuksista 62 % sattui yksiajorataisten teiden eritasoliittymissä ja 38 % kaksiajorataisten teiden eritasoliittymissä. Eläinonnettomuus eli onnettomuustyyppi 90 olikin kaikista yksittäisistä onnettomuustypeistä yleisin. Niistä kuitenkin vain viisi onnettomuutta johti henkilövahinkoon ja loput olivat omaisuusvahinko-onnettomuuksia. Eläinonnettomuuksien yleisyyteen vaikuttavat hirvi- ja peurakannat sekä niiden alueellinen jakautuminen. Liittymätyyppi ei varsinaisesti vaikuta eläinonnettomuuksien yleisyyteen, mutta vaikutusalueen pituus vaikuttaa siihen, kuinka laajalta alueelta eläinonnettomuudet lasketaan liittymäonnettomuuksiksi. Liittymätyyppejä, joissa eläinonnettomuuksia tapahtui eniten suhteessa kyseisten liittymien määrään, olivat puolirombinen ja kolmiramppinen liittymä. Suuntaisliittymissä ja yksiramppisissa eritasoliittymissä, joiden vaikutusalueet ovat lyhyemmät, eläinonnettomuuksia tapahtui puolestaan harvemmin kuin muissa liittymätyypeissä. Eläinonnettomuuksista 70 % tapahtui päätien vaikutusalueella ja 12 % sivutien vaikutusalueella. Eläinonnettomuuksista valtaosa sijoittui vaikutusalueella ramppliittymien ulkopuoliselle alueelle.

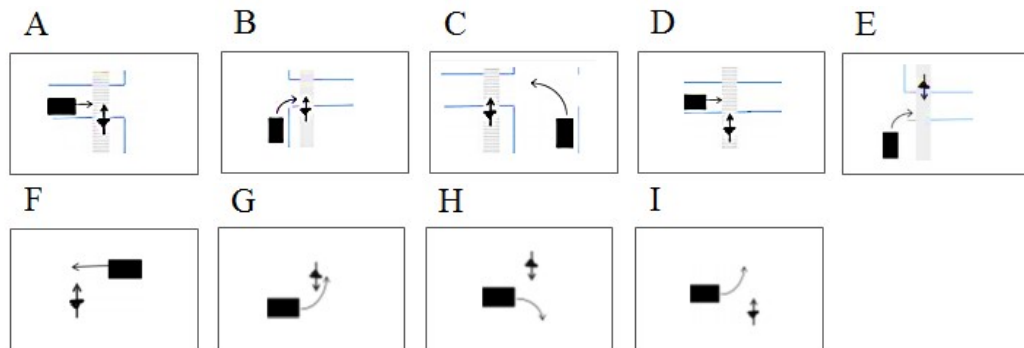
Jalankulkijoiden onnettomuuksia tapahtui tutkituissa liittymissä yhteensä 11, joista kuusi tapahtui suojatiellä ja viisi muualla kuin suojatiellä. Jalankulkijoiden onnettomuuksista kahdeksan johti henkilövahinkoon. Kolmiramppisissa ja rombisissa eritasoliittymissä ei tapahtunut yhtään jalankulkijaonnettomuutta. Muiden liittymätyyppien osalta jalankulkuonnettomuuksien määrä vaihteli yhdestä neljään. Jalankulkijoiden onnettomuuksista viisi tapahtui sivutien liittymässä ja loput päätien liittymässä, päätien vaikutusalueella ja rampilla.

Polkupyöräonnettomuuksia tutkimusaineistossa oli yhteensä 44, joista henkilövahinko-onnettomuuksia oli 36. Polkupyöräilijöiden onnettomuuksia tapahtui eniten kaksi- ja yksiramppisissa eritasoliittymissä. Polkupyöräonnettomuudet sijoittuivat useimmiten sivutien ja päätien liittymien alueille. Päätien liittymässä tapahtuneet polkupyöräonnettomuudet tapahtuivat yhtä lukuun ottamatta yksiramppisissa eritasoliittymissä. Yksi onnettomuus puolestaan tapahtui kaksiramppisessa eritasoliittymässä rampin ja päätien välisessä suuntaistasoliittymässä olevalla pyörätien jatkeella. Useimmat polkupyöräonnettomuudet noudattivat seuraavia tapahtumakuvauskuva:

- Rampilta sivutielle liittyvä ajoneuvo törmäsi oikealta puoleltaan rampin ylittävälle pyörätien jatkeelle tullessaan polkupyöräilijään kuvan 24 A mukaisesti (6 onnettomuutta).
- Rampilta päätielle yksiramppisissa eritasoliittymissä liittyvä ajoneuvo törmäsi oikealta puoleltaan rampin ylittävälle pyörätien jatkeelle tullessaan polkupyöräilijään kuvan 24 A mukaisesti (5 onnettomuutta).
- Sivutieltä rampille oikealle tai vasemmalle kääntyvä ajoneuvo törmäsi samasta tulosuunnasta tullessaan polkupyöräilijään rampin ylittävällä pyörätien jatkeella kuvien 24 B ja C mukaisesti (5 onnettomuutta).
- Ajoneuvo törmäsi kuvan 24 D mukaisesti sivutien yli menevälle pyörätien jatkeelle yllättäen näkemäesteen takaa tullessaan polkupyöräilijään tai polkupyöräilijään, joka ei katsonut lainkaan ympärilleen (5 onnettomuutta).

Mopo-onnettomuuksia oli aineistossa 60, minkä lisäksi neljässä polkupyörä-onnettomuudeksi luokitellussa onnettomuudessa oli toisena osallisena mopo. Kuudestakymmenestä mopo-onnettomuudesta puolet tapahtui kaksirampisissa eritasoliittymissä, ja loput onnettomuudet jakautuivat melko tasaisesti muiden liittymätyyppien kesken. Mopo-onnettomuuksista 34 johti henkilövahinkoon. Onnettomuuksista suurin osa, kaikkiaan 37, tapahtui sivutien liittymässä ja 11 sivutien vaikutusalueella. Mopo-onnettomuuksista 28 tapahtui ajoradalla. Näistä onnettomuuksista 19 oli mopon ja auton välisiä onnettomuuksia. Yksi onnettomuus oli kahden mopon välinen ja loput olivat yksittäisonnettomuuksia, joissa mopo kaatui tai liukastui. Pyörätien jatkeella tapahtui yhteensä 27 auton ja mopon välistä onnettomuutta. Viisi onnettomuutta puolestaan tapahtui kahden mopon välillä mopoille sallituilla pyöräteillä. Yleisimmät mopo-onnettomuuden syyt olivat seuraavat:

- Sivutieltä rampille oikealle kääntyvä ajoneuvo törmäsi vastakkaisesta tulosuunnasta pyörätien jatkeelle tulleeseen mopoon kuvan 24 E mukaisesti (7 onnettomuutta).
- Sivutieltä rampille vasemmalle kääntyvä ajoneuvo törmäsi samasta tai vastakkaisesta tulosuunnasta pyörätien jatkeelle tulleeseen mopoon kuvan 24 C mukaisesti (5 onnettomuutta).
- Rampilta sivutielle liittyvä tai sivutien yli nelihaaraliittymässä ajava ajoneuvo törmäsi ajoradalla liikkuneeseen mopoon kuvien 24 F – I mukaisesti (9 onnettomuutta).
- Mopo ajoi edellään liikkuneen ajoneuvon perään (7 onnettomuutta).
- Kahden mopon välinen kohtaamis- tai peräänajo-onnettomuus (6 onnettomuutta).



Kuva 24. Polkupyörä- ja mopo-onnettomuuksien tyypikuvat (Liikennevirasto 2014b).

## 6 Tulosten analysointi

### 6.1 Liittymätyyppikohtainen tarkastelu

Liittymätyyppikohtainen tarkastelu on toteutettu yksi- ja kaksiajorataisten teiden eritasoliittymien vertailuna sekä suunnitteluohjeen mukaisten perusverkon eritasoliittymätyyppien analysointina. Aineisto ja menetelmät on esitelty luvussa 4 ja tutkimustulokset luvussa 5.

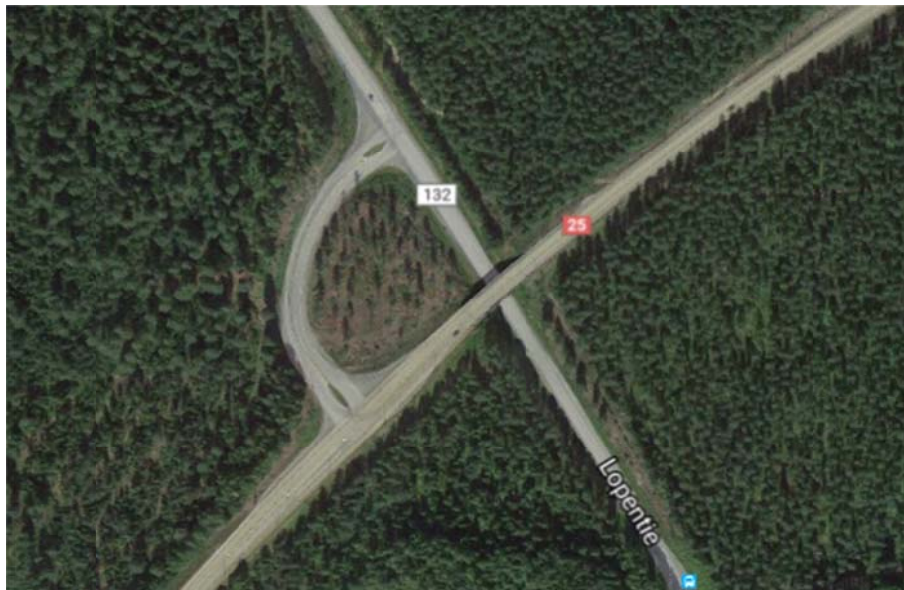
#### **Yksi- ja kaksiajorataisten teiden eritasoliittymät**

Tutkimusaineiston liittymistä 121 eli 72 % sijaitsi yksiajorataisilla teillä. Kaksiajorataisten teiden liittymiä oli yhteensä 47 eli 28 % kaikista liittymistä. Yksi- ja kaksiajorataisten teiden eritasoliittymien onnettomuudet on eritelty taulukossa 13 (luku 5.1) ja onnettomuusasteet esitetty taulukossa 14 (luku 5.2). Yksiajorataisissa eritasoliittymissä tapahtui yhteensä 212 henkilövahinko-onnettomuutta ja 961 omaisuusvahinko-onnettomuutta. Kaksiajorataisissa liittymissä vastaavat luvut olivat 203 hvj-onnettomuutta ja 1012 omaisuusvahinkoa. Kokonaismäärältään kaksiajorataisissa liittymissä tapahtui enemmän onnettomuuksia kuin yksiajorataisissa, tosin kaksiajorataisten teiden liittymissä oli vähemmän hvj-onnettomuuksia kuin yksiajorataisilla. Yksiajorataisia liittymiä oli aineistossa kuitenkin 2,5-kertainen määrä kaksiajorataisiin verrattuna, joten määrien sijaan vertailukelpoisemman tuloksen antaa onnettomuusaste. Yksiajorataisten teiden onnettomuusaste oli 0,30 ja kaksiajorataisten 0,39 onn./milj.saap.ajon. Myös hvj-onnettomuusaste oli korkeampi kaksiajorataisilla (0,06) kuin yksiajorataisilla (0,05 hvj-onn./milj.saap.ajon.). Kaksiajorataisten liittymien liikennemäärät olivat lähes kaikilla liittymätyypeillä yksiajorataisia suuremmat (taulukko 12, luku 4.1). Yksiajorataisten teiden eritasoliittymillä sivutien prosenttiosuus liittymään saapuvista ajoneuvoista oli 34 %, kun sama osuus oli kaksiajorataisilla 29 %.

#### **Yksiramppiset eritasoliittymät**

Yksiramppisia eritasoliittymiä oli tutkittavassa aineistossa 39, mikä vastaa 23 % kaikista liittymistä. Kuvassa 25 on esitetty esimerkki tyyppillisestä yksiramppisesta eritasoliittymästä. Kyseessä on valtatie 25 ja seututie 132 välinen eritasoliittymä Nurmijärvellä. Yksiramppisissa liittymissä tapahtui yhteensä 261 onnettomuutta tarkastelujakson aikana. Näistä 54 oli loukkaantumiseen johtaneita henkilövahinko-onnettomuuksia ja 207 omaisuusvahinko-onnettomuuksia. Onnettomuusaste oli 0,22 onn./milj.saap.ajon., mikä oli huomattavasti pienempi kuin koko aineistolle laskettu onnettomuusaste (taulukot 14 ja 15, luku 5.2).





Kuva 25. Esimerkki yksiramppisesta eritasoliittymästä: teiden 25 ja 132 välinen liittymä (Google Maps).

Hvj-onnettomuusaste yksiramppisilla liittymillä oli 0,05 hvj-onn./milj.saap.ajon. eli myös koko aineiston arvoa pienempi. Yksiramppisten liittymien onnettomuuksista runsas kolmasosa tapahtui päätien liittymässä, kun taas lähes kaikissa muissa liittymätyypeissä sivutien liittymä oli yleisin onnettomuuspaikka. Liittyminen rampilta vasemmalle päätielle onkin sallittu ainoastaan yksiramppisissa liittymissä. Yksiramppisten liittymien päätien keskimääräinen liikennemäärä oli pienempi kuin muilla liittymätyypeillä. Sivutien liikenteen osuus liittymään saapuvista ajoneuvoista oli kuitenkin 35 %, mikä on liittymätyypeistä toiseksi suurin. Yleisimmät onnettomuustyytit yksiramppisissa liittymissä olivat kääntyminen vasemmalle toisen ajoneuvon eteen tai kylkeen, risteäviä ajosuuntia suoraan ajavien ajoneuvojen törmääminen, peräänajo ja suistuminen tieltä risteyksessä. Yksiramppisissa liittymissä tapahtui liittymätyypeistä eniten jalankulkijoiden onnettomuuksia sekä polkupyörien ja mopojen onnettomuuksia liittymätyypeistä toiseksi eniten.

### Kaksiramppiset eritasoliittymät

Aineistossa oli kaikkiaan 74 kaksiramppista liittymää eli 44 % koko liittymäaineistosta. Kuvassa 26 on esimerkki kaksiramppisesta eritasoliittymästä: valtatie 9 ja yhdystien 6181 välinen eritasoliittymä Jyväskylässä. Kaksiramppisten eritasoliittymien yhteensä 875 onnettomuudesta 135 johti henkilövahinkoon. Hvj-onnettomuuksista kolme johti kuolemaan. Kaksiramppisten eritasoliittymien onnettomuusaste 0,35 onn./milj.saap.ajon. oli lähes yhtä suuri kuin kaikille tutkituille liittymille laskettu onnettomuusaste. Kaksiramppisten liittymien hvj-onnettomuusaste oli 0,05, mikä puolestaan oli hieman vähemmän kuin koko aineiston arvo 0,06 hvj-onn./milj.saap.ajon. Onnettomuuksista lähes kolmannes tapahtui sivutien liittymässä. Päätien vaikutusalue ja liittymä olivat seuraavaksi yleisimmät onnettomuuksien tapahtumapaikat. Kaksiramppisten eritasoliittymien onnettomuuksista 15 % oli eläinonnettomuuksia. Muut yleisimmät onnettomuustyytit olivat peräänajo ja suistuminen teiden risteämiskohdassa. Kaksiramppisissa liittymissä tapahtui muita liittymiä enemmän polkupyörien onnettomuuksia ja jopa puolet kaikista mopo-onnettomuuksista. Kaksiramppisten eritasoliittymien päätien ramppiliittymissä tapahtui pyörätien jatkeella ainoastaan yksi polkupyöräonnettomuus. Kaikki muut polkupyöräonnettomuudet tapahtuivat sivutien ramppiliittymässä. Mopo-onnettomuudet kes-

kittyivät kaksiramppisissa eritasoliittymissä sivutien ramppiliittymään ja sivutien vaikutusalueelle. Mopo-onnettomuuksia tapahtui lähes yhtä paljon pyörätien ja ajoradan risteämiskohdassa kuin ajoradalla. Pääteiden keskimääräinen liikennemäärä kaksiramppisissa eritasoliittymissä oli suurempi kuin yksiramppisissa liittymissä, mutta pienempi kuin muissa liittymätyypeissä. Sivutien liikenteen osuus liittymään saapuvista ajoneuvoista oli 33 %, kun kaikkien liittymätyyppien keskiarvo oli 29 %.



Kuva 26. Esimerkki kaksiramppisesta eritasoliittymästä: teiden 9 (E63) ja 6181 välinen liittymä (Google Maps).

### Kolmiramppiset eritasoliittymät, erikoistapaukset

Kolmiramppisia liittymiä oli tutkimuksessa mukana yhteensä 13. Kolmiramppiset liittymät ovat yksi- ja kaksiramppisten liittymien lisärampillisia variaatioita, minkä takia suunnitteluratkaisut eivät ole liittymätyypin sisällä täysin yhtenäisiä. Kuvassa 27 on esitetty esimerkkinä kolmiramppisesta liittymästä teiden 9, 58 ja 66 välinen eritasoliittymä Orivedellä. Tutkimuksen kolmiramppisissa liittymissä sattui 182 onnettomuutta, joista 38 oli henkilövahinko-onnettomuuksia. Näistä hvj-onnettomuuksista kolme johti kuolemaan. Sekä kaikkien onnettomuuksien onnettomuusaste (0,37 onn./milj.saap.ajon.) että hvj-onnettomuusaste (0,08 hvj-onn./milj.saap. ajon.) olivat kolmiramppisilla liittymillä suuremmat kuin koko aineistolle lasketut onnettomuusasteet. Kolmiramppisten liittymien hvj-onnettomuusaste oli puolineliapila-liittymien kanssa liittymätyypeistä suurin, kun jätetään huomiotta neliramppiset liittymät. Onnettomuustyypeistä yleisimmät olivat eläinonnettomuus ja suistuminen oikealle suoralla, mikä sopii yhteen sen kanssa, että kolmiramppisten liittymien onnettomuuksista kolmannes tapahtui päätien vaikutusalueella. Toiseksi suurin osuus onnettomuuksista sijoittui sivutien liittymään. Kolmiramppisissa liittymissä ei tapahtunut jalankulkuonnettomuuksia. Myös polkupyörä- ja mopo-onnettomuuksia tapahtui liittymien keskiarvoa vähemmän. Liikennemäärä kolmiramppisissa liittymissä oli suurempi kuin yksi- ja kaksiramppisissa liittymissä. Sivutien liikenteen osuus liittymään saapuvista ajoneuvoista oli 34 % eli liittymätyyppien keskiarvoa suurempi.



Kuva 27. Esimerkki kolmiramppisesta eritasoliittymästä: teiden 9 (E63), 58 ja 66 välinen liittymä (Google Maps).

### Neliramppiset eritasoliittymät, erikoistapaukset

Neliramppisia eritasoliittymiä oli tutkimusaineistossa ainoastaan kaksi, joten tulosten perusteella ei voida tehdä yleistäviä päätelmiä kyseisestä liittymätypistä. Neliramppisten liittymien onnettomuudet on kuitenkin otettu huomioon koko aineiston onnettomuustarkastelussa. Kolmiramppisten liittymien tavoin neliramppiset liittymät ovat suunnitteluratkaisuiltaan vaihtelevia yksi- ja kaksiramppisten liittymien lisärampillisia variaatioita. Kuvassa 28 on esitetty toinen aineiston neliramppisista eritasoliittymistä: valtatie 11 ja yhdystien 2551 välinen eritasoliittymä Porissa.



Kuva 28. Esimerkki neliramppisesta eritasoliittymästä: teiden 11 ja 2551 välinen liittymä (Google Maps).

### Puolineliaopilaliittymät

Puolineliaopilaliittymien lukumäärä tutkimuksessa oli 11. Kuvan 29 esimerkissä on kantatien 40 ja seututien 222 välinen eritasoliittymä Turussa. Puolineliaopilaliittymien onnettomuuksia oli aineistossa yhteensä 427. Näistä 79 oli loukkaantumiseen johtaneita henkilövahinko-onnettomuuksia ja yksi onnettomuus johti kuolemaan. Puoli-



neliapiilaliittymien onnettomuusaste 0,44 onn./milj.saap.ajon. sekä hvj-onnettomuusaste 0,08 olivat liittymätyypeistä korkeimmat, kun ei oteta huomioon neliramppisia liittymiä. Päätien liikennemäärät puolineliapiilaliittymien kohdalla olivat suuremmat kuin muilla liittymätyypeillä lukuun ottamatta kaksiajorataisia suuntaisliittymiä. Suuri liikennemäärä vaikuttaa osaltaan onnettomuuksien suureen määrään puolineliapiilaliittymissä. Myös muita liittymätyyppisiä suurempi sivutien liikenteen osuus, 36 % liittymään saapuvista ajoneuvoista, vaikuttaa korkeaan onnettomuusasteeseen. Puolineliapiilaliittymien onnettomuudet tapahtuivat useimmiten sivutien liittymässä ja päätien vaikutusalueella. Puolineliapiilaliittymien onnettomuuksista 10 % tapahtui rampeilla, mikä on enemmän kuin muilla liittymätyypeillä. Tuloksesta voisi päätellä, että silmukkarampit lisäävät onnettomuusriskiä suoriin rampeihin verrattuna. Erityisesti liukkaalla kelillä jyrkät kaarteet lisäävät suistumisen riskiä. Onnettomuustyypeistä yleisimpiä olivatkin peräänajot ja suistumiset. Jalankulkijoiden, polkupyörien ja mopojen onnettomuuksia tapahtui puolineliapiilaliittymissä keskimääräistä vähemmän.



Kuva 29. Esimerkki puolineliapiilaliittymästä: teiden 40 (E18) ja 222 välinen liittymä (Google Maps).

### **Puolirombiset liittymät**

Puolirombisia liittymiä oli tutkimuksessa mukana 13. Kuvassa 30 on esimerkki puolirombisesta eritasoliittymästä. Kyseessä on valtatie 5 ja seututie 464 välinen eritasoliittymä Joroisilla. Puolirombisissa liittymissä tapahtui yhteensä 233 onnettomuutta, joista 30 oli loukkaantumiseen johtaneita henkilövahinko-onnettomuuksia. Kaikkien onnettomuuksien onnettomuusaste puolirombisissa liittymissä oli 0,32 ja hvj-onnettomuusaste 0,05 hvj-onn./milj.saap.ajon., eli molemmat onnettomuusasteet olivat koko aineiston arvoja hieman pienemmät. Liikennemäärät puolirombisissa liittymissä olivat puolineliapiilaliittymien jälkeen toiseksi suurimmat. Sivutien liikenteen osuus oli 29 % liittymään saapuvista ajoneuvoista. Onnettomuuksia tapahtui eniten päätien liittymässä ja päätien vaikutusalueella. Onnettomuustyypeistä yleisimpiä olivat eläinonnettomuudet, peräänajot, suistuminen suoralla sekä risteäviä teitä suoraan ajavien ajoneuvojen väliset törmäykset. Jalankulkuonnettomuuksia puolirombisissa liittymissä tapahtui kolme, mikä on liittymätyyppien keskiarvoa enemmän. Pol-

kupyörä- ja mopo-onnettomuuksia sattui puolestaan keskimääräistä vähemmän: neljä polkupyörä- ja kaksi mopo-onnettomuutta.



Kuva 30. Esimerkki puolirombisesta eritasoliittymästä: teiden 5 ja 464 välinen liittymä (Google Maps).

### Rombiset liittymät

Tutkimusaineistossa oli kymmenen rombista eritasoliittymää, joissa tapahtui yhteensä 147 onnettomuutta tarkastelujakson aikana. Näistä 28 oli henkilövahinkoonnettomuuksia, joista kolme johti kuolemaan. Esimerkki rombisesta eritasoliittymästä on esitetty kuvassa 31: valtateiden 6 ja 13 välinen eritasoliittymä Lappeenrannassa. Rombisen liittymätyypin onnettomuusaste (0,39) ja hvj-onnettomuusaste (0,07) olivat koko aineiston onnettomuusasteita suuremmat. Liikennemäärältään rombiset liittymät olivat liittymätyyppien keskitasoa. Sivutien liikenteen osuus oli 19 %, mikä oli liittymätyypeistä toiseksi pienin. Onnettomuudet keskittyivät päätien vaikutusalueelle ja sivutien liittymään. Päätien vaikutusalueen onnettomuudet sijaitsivat useimmiten erkanemis- ja liittymisalueiden kohdalla tai niiden välissä. Kyseisillä alueilla tapahtui myös useita henkilövahinkoon johtaneita suistumis- ja kohtausonnettomuuksia. Onnettomuuksien syynä oli useimmiten eläinonnettomuus, suistuminen suoralla oikealle tai vasemmalle sekä peräänajo. Rombisissa liittymissä ei tapahtunut lainkaan jalankulkijoiden onnettomuuksia, ja polkupyörä- ja mopo-onnettomuuksia tapahtui myös keskimääräistä vähemmän.



Kuva 31. Esimerkki rombisesta eritasoliittymästä: teiden 6 ja 13 välinen liittymä (Google Maps).

### Suuntaisliittymät

Suuntaisliittymiä oli tutkimuksessa kuusi, joista valtatie 5 ja yhdystien 16222 välinen liittymä Iisalmessa on esitetty kuvassa 32. Näissä liittymissä onnettomuuksia tapahtui yhteensä 91, joista 16 oli loukkaantumiseen johtaneita henkilövahinko-onnettomuuksia. Suuntaisliittymien onnettomuusaste ja hvj-onnettomuusaste olivat liittymätyypeistä pienimmät; 0,21 onn./milj.saap.ajon. ja 0,04 hvj-onn./milj.saap.ajon. Liikennemäärät yksiajorataisissa suuntaisliittymissä olivat saman suuruisia kuin kolmiramppisissa liittymissä, mutta kaksiajorataisissa suuntaisliittymissä liikennemäärät olivat aineiston suurimmat. Sivutien liikenteen osuus oli 18 % eli liittymätyypeistä vähäisin. Suurin osa onnettomuuksista tapahtui sivutien liittymässä ja päätien vaikutusalueella. Yleisimmät onnettomuustyyppit olivat peräänajo, kylkikosketus ja kaistanvaihto vasemmalle toisen ajoneuvon eteen. Jalankulkijoiden onnettomuuksia tapahtui suuntaisliittymissä kaksi, mikä on enemmän kuin liittymätyypeillä keskimäärin. Polkupyöräonnettomuuksia ja mopo-onnettomuuksia tapahtui sen sijaan liittymätyypin keskiarvoa vähemmän. Jokaisessa kuudessa suuntaiseritasoliittymässä oli vähintään yksi suojatie sivutien liittymässä.



Kuva 32. Esimerkki suuntaiseritasoliittymästä: teiden 5 ja 16222 välinen liittymä (Google Maps).

## 6.2 Muiden suunnitteluratkaisujen vaikutus

Tutkimuksen yhteydessä tarkasteltiin erikseen eritasoliittymiä, joissa oli erkanemis- ja liittymiskaistat, keskikaide, saareke tai ajosuunnat erottava keskialue. Myös eritasoliittymiä, joissa oli rampin päässä nelihaaraliittymä, kiertoliittymä tai valo-ohjattu liittymä, tarkasteltiin omina tapauksinaan. Lisäksi tutkittiin eritasoliittymiä, joissa risteävä tie oli katu sekä liittymiä, joissa päätielle liittyminen tapahtui suuntaistasonliittymän kautta. Edellä mainittuihin suunnitteluratkaisuihin liittyvät tulokset on esitetty taulukoissa 16 ja 17 luvussa 5.2. Kyseisten taulukkojen luvut sisältävät koko eritasoliittymän onnettomuudet ja liikennemäärät. Päätien ramppiliittymille ja

sivutien ramppiliittymille, jotka ovat yksittäisinä liittyminä tasoliittymiä, ei tässä työssä määritetty erillisiä onnettomuusasteita. Tässä luvussa esitettyjen suunnitteluratkaisujen turvallisuuden tarkempi arviointi edellyttäisi erillisten onnettomuusmäärien ja -asteiden laskemista näille tasoliittymille. Tässä kuvatut tulokset eivät yksinään riitä osoittamaan näiden suunnitteluratkaisujen liikenneturvallisuusvaikutuksia. Suunnitteluratkaisuilla on vaikutus myös esimerkiksi onnettomuuksien sijoittumiseen liittymän vaikutusalueella ja onnettomuuksien vakavuuteen. Myös monet muut liittymän ominaisuudet vaikuttavat liittymien onnettomuusasteisiin ja -määriin.

### **Erkanemis- ja liittymiskaistojen vaikutus**

Erkanemis- ja liittymiskaistoja oli tutkimuksen perusteella vilkkaimmin liikennöidyssä perusverkon eritasoliittymissä. Yksiajorataisten teiden eritasoliittymistä 100 liittymää oli erkanemiskaistallisia, ja kaksiajorataisten teiden eritasoliittymissä oli jokaisessa erkanemiskaistat päätiellä, sivutiellä tai molemmissa. Liittymiskaistallisia eritasoliittymiä oli aineistossa 92, joista hieman yli puolet oli yksiajorataisilla ja loput kaksiajorataisilla teillä. Erkanemiskaistallisten eritasoliittymien onnettomuus- ja hvj-onnettomuusasteet olivat hieman yllättäen suuremmat kuin muiden liittymien. Liittymiskaistallisten liittymien osalta tulos oli samanlainen. Tulokseen vaikuttaa se, että tässä tutkimuksessa eritasoliittymien onnettomuusmääriä ja -asteita on tarkasteltu kokonaisuutena erottelematta pää- ja sivutien ramppiliittymiä omiksi osikseen. Vaikka onnettomuusasteen laskennassa otetaankin huomioon liikennemäärä, on selvää, että vilkkaammin liikennöidyssä erkanemis- ja liittymiskaistallisessa eritasoliittymässä on suurempi liikenneonnettomuuden riski kuin liikennemäärältään vähäisessä liittymässä. Erkanemis- ja liittymiskaistat ovatkin tärkeä osa vilkasliikenteisiä eritasoliittymiä ja parantavat näiden välityskykyä.

Erkanemis- ja liittymiskaistoilla on vaikutus itse erkanemis- ja liittymisalueen lisäksi myös rampilla ja sivutien liittymässä tapahtuviin onnettomuuksiin ajoneuvojen suuremman nopeuden vuoksi. Erkanemis- ja liittymiskaistojen todellisten turvallisuusvaikutusten selvittämiseksi olisi tarpeen tehdä erillinen ennen-jälkeen-tutkimus. Edellisen tutkimuksen valmistumisen eli vuoden 2000 jälkeen on tapahtunut selvä toimintalinjan muutos erkanemis- ja liittymiskaistojen rakentamisessa, joten erkanemis- ja liittymiskaistat ovat yleistyneet.

### **Keskikaiteen, saarekkeen ja keskialueen vaikutus**

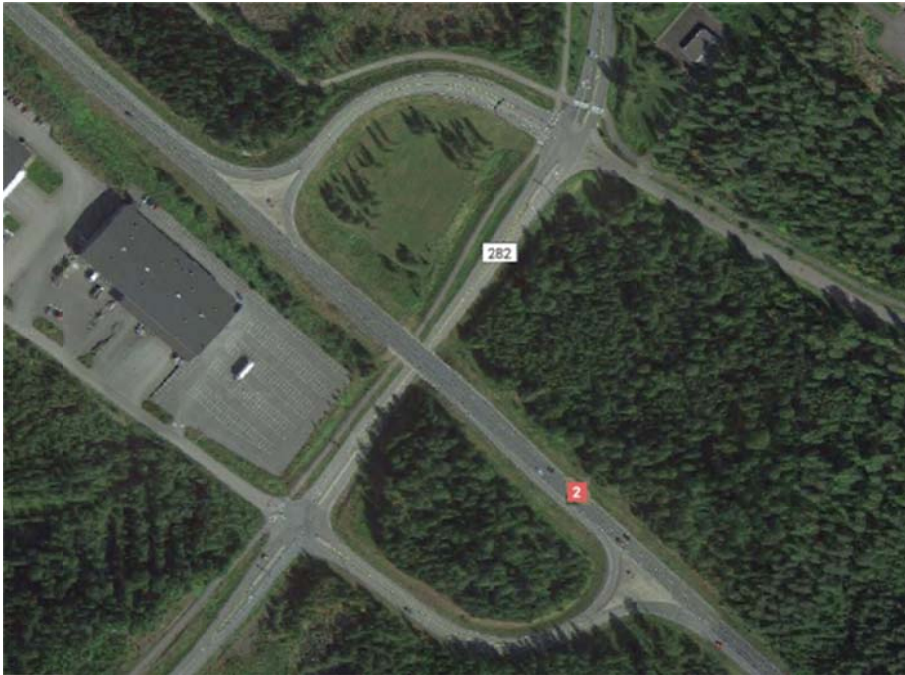
Tutkimuksen tuloksien perusteella keskikaiteella, saarekkeella tai keskialueella ei voida todeta olevan suoraa vaikutusta onnettomuusasteeseen tai hvj-onnettomuusasteeseen. Lähes kaikissa kaksiajorataisten teiden eritasoliittymissä oli ajosuunnat erottava keskialue, kun yksiajorataisten teiden liittymistä ainoastaan viidessä oli keskikaide tai saareke. Myös keskikaiteellisten, saarekkeellisten ja keskialueellisten liittymien onnettomuus- ja hvj-onnettomuusasteet olivat muita liittymiä suuremmat. Tätä ei kuitenkaan voida pitää ajosuuntien erottamisesta johtuvana tuloksena, vaan pikemminkin kaksiajorataisten ja yksiajorataisten teiden eritasoliittymien erona, sillä tämän tarkastelun aineisto painottui voimakkaasti kaksiajorataisiin kohteisiin. Keskikaiteellisilla liittymillä oli aineiston suurimmat liikennemäärät, mikä osaltaan lisää onnettomuuksien riskiä. Kohtaamisonnettomuuksien osuus kaikista onnettomuuksista on pienentynyt edellisestä tutkimuksesta, ja kohtaamisonnettomuuksia tapahtui tämän tutkimuksen mukaan useammin yksiajorataisilla teillä, joilla ajosuunnat oli erotettu toisistaan harvemmin kuin kaksiajorataisilla teillä. Ajosuuntien erottaminen keskikaiteella, saarekkeella tai keskialueella vähentää tällä perusteella vakavien kohtaamisonnettomuuksien mahdollisuutta. Kohtaamisonnettomuuksien vähenemisellä lienee ollut oma positiivinen vaikutuksensa kaikkien liittymien hvj-onnettomuus-



asteiden pienenemiseen edellisen tutkimuksen arvoista. Keskikaiteita on rakennettu tieverkolle merkittävästi lisää vuosien 1990–1997 jälkeen.

#### **Nelihaaraliittymään päättyvät rampit**

Aineistossa oli 29 eritasoliittymää, joissa ramppi päättyi pää- tai sivutien liittymässä nelihaaraliittymään. Esimerkkinä kyseisistä liittymistä on kuvassa 33 esitetty teiden 2 ja 282 välinen eritasoliittymä Forssassa. Nelihaaraliittymällisille eritasoliittymille määritetyt onnettomuus- ja hvj-onnettomuusasteet olivat suuremmat kuin muilla tutkituilla eritasoliittymillä. Nelihaaraliittymän sisältäville eritasoliittymille oli tyypillistä, että onnettomuuksia tapahtui paljon sivutien liittymässä. Yleisimmät onnettomuustyyppit olivat peräänajo, suistuminen risteämiskohdassa, risteäviin suuntiin liikuvien ajoneuvojen väliset onnettomuudet ja kääntyminen vasemmalle vastaantulijan eteen. Onnettomuuksien joukossa oli useita polkupyörä- ja moottoripyöräonnettomuuksia. Näiden onnettomuustyyppien seuraukset ovat usein vakavia, mikä selittää korkeaa hvj-onnettomuusastetta kyseisissä eritasoliittymissä. Sivutien liikenteen osuus nelihaaraliittymällisissä eritasoliittymissä oli 36 %, mikä oli yhden prosenttiyksikön enemmän kuin muissa liittymissä. Lisäksi nelihaaraliittymissä oli kolmihaaraliittymiä enemmän havainnoitavia asioita, kuten suojateitä. Näiden tutkimuksessa tehtyjen havaintojen perusteella rampin päässä oleva nelihaaraliittymä lisää onnettomuusriskiä, joten se ei ole liikenneturvallisuuden kannalta suositeltava ratkaisu eritasoliittymiin. Tarkempia turvallisuusvaikutuksia nelihaaraissa ramppiliittymissä tulisi tutkia käsittelemällä nelihaaraista eritasoliittymää omana kokonaisuutenaan.



Kuva 33. Esimerkki eritasoliittymästä, jossa rampin päässä on nelihaaraliittymä: teiden 2 ja 282 välinen liittymä (Google Maps).

#### **Kiertoliittymään päättyvät rampit**

Tarkastelluista perusverkon eritasoliittymistä 14 oli liittymiä, joissa jokin rampeista päättyi sivutien risteyksessä kiertoliittymään. Kaikissa kyseisissä eritasoliittymissä oli liittymään saapuvia ajoneuvoja keskimääräistä enemmän ja sivutien liikenteen osuus oli suuri. Kiertoliittymällisten eritasoliittymien onnettomuusaste oli tutkimuksen mukaan suurempi kuin muiden eritasoliittymien, mutta hvj-onnettomuusaste oli puolestaan muita eritasoliittymiä pienempi. Sivutien liittymissä, jotka olivat kiertoliit-



tymiä, tapahtui yleisesti ottaen vähemmän onnettomuuksia kuin muissa sivutien liittymämuodoissa. Peräänajo ja muut samojen ajosuuntien onnettomuudet olivat yleisimmät onnettomuustyyppit sivutien liittymän kiertoliittymissä. Kuvassa 34 on esimerkki eritasoliittymästä, jossa oli rampin päässä kiertoliittymät: teiden 12 ja 252 välinen liittymä Sastamalassa. Kiertoliittymien voidaan katsoa soveltuvan rampin ja sivutien liittymään eritasoliittymissä, joissa sivutien liikenteen osuus on suuri. Kiertoliittymällä on tällöin mahdollista vähentää vakavia risteävien ja vastakkaisten ajosuuntien välisiä onnettomuuksia sivutien liittymässä.



Kuva 34. Esimerkki eritasoliittymästä, jossa rampin päässä on kiertoliittymä: teiden 12 ja 252 välinen liittymä (Google Maps).

Aineistossa oli lisäksi yksi eritasoliittymä, jossa sivutien liittymissä oli pisaraliittymät. Kyseisen liittymän onnettomuus- ja hvj-onnettomuusasteet olivat keskimääräistä pienemmät ja sivutien liittymissä tapahtui vain muutama onnettomuus tarkastelujakson aikana. Yhden kohteen perusteella ei kuitenkaan voida tehdä päätelmiä kyseisen suunnitteluratkaisun turvallisuusvaikutuksista.

#### **Valo-ohjattuun liittymään päättyvät rampit**

Valo-ohjattuja rampin ja päätien välisiä liittymiä oli neljässä eritasoliittymässä, ja rampin ja sivutien välisiä valo-ohjattuja liittymiä oli 16 liittymässä. Kyseisille eritasoliittymille oli tyypillistä suuri liikennemäärä ja sivutien liikenteen prosenttiosuus. Onnettomuusaste ja hvj-onnettomuusasteet olivat näissä eritasoliittymissä korkeammat kuin muissa liittymissä. Kuusi valo-ohjattua liittymää oli nelihaaraliittymiä, kun muut olivat kolmihaaraisia T-liittymiä. Valo-ohjatuissa liittymissä tapahtui useita peräänajoja sekä vastakkaisten ja risteävien ajosuuntien välisiä kääntyvien ajoneuvojen onnettomuuksia. Lisäksi muutama valo-ohjattu liittymä erottui aineistosta niissä tapahtuneiden useiden polkupyörä- ja mopo-onnettomuuksien tähden. Valo-ohjattujen liittymien lähellä oli useissa kohteissa liikennettä lisääviä toimintoja, ku-

ten huoltoasemia ja päivittäistavarakauppoja. Valo-ohjattujen liittymien suurta onnettomuusastetta ei voidakaan pitää yksin valo-ohjauksesta johtuvana, ja valo-ohjaus on monessa kohteessa tarpeen muun muassa sivutien liikenteen suuren osuuden vuoksi.

#### **Liittymät, joissa risteävä tie oli katu**

Aineistossa oli neljä yksiajorataista maantien ja kadun välistä eritasoliittymää. Näiden liittymien liikennemäärä oli muiden liittymien keskiarvoa suurempi. Katukohteille määritetyt onnettomuus- ja hvj-onnettomuusasteet olivat niin ikään muita eritasoliittymiä suuremmat. Yksi neljästä liittymästä oli suunnitteluratkaisultaan tavanomainen suuntaisliittymä, mutta kaksi puolineliapilaliittymää sekä puolirombinen liittymä olivat ratkaisuiltaan monimutkaisempia. Näissä liittymissä oli sivutien liittymissä valo-ohjaus ja yhdessä nelihaaraliittymä. Maantien ja kadun välisissä eritasoliittymissä selvästi useimmin toistunut onnettomuustyyppi oli peräänajo. Päätien nopeusrajoitus näissä liittymissä oli 70–100 km/h, kun se risteävillä kaduilla oli 50 km/h. Päätieltä siirtyminen hitaamman liikenteen katu ympäristöön vaikuttanee peräänajojen yleisyyteen sivutien liittymissä ja rampeilla. Katujen ja maantien välisissä eritasoliittymissä tapahtui myös suhteellisen paljon vastakkaisten ja risteävien ajosuuntien ajoneuvojen välisiä törmäyksiä. Katuympäristö poikkeaa liikenteellisesti maantieympäristöstä, ja näiden liittymien vaikutusalueella oli useita suojateitä ja risteäviä jalankulun ja pyöräilyn väyliä, mikä edellyttää kuljettajalta tarkkaavaisuutta. Katuympäristö luo siten haasteita eritasoliittymien turvallisuudelle, vaikka näissäkin tapauksissa liittymien turvallisuuteen ovat vaikuttaneet myös monet muut seikat ja niiden yksittäisiä vaikutuksia on hankala eritellä.

#### **Liittymät, joissa päätien liittymä oli suuntaistasoliittymä**

Suurin osa eli noin 60 % aineiston yksi-, kaksi- ja kolmiramppisista eritasoliittymistä päättyi rampin ja päätien liittymäkohdassa suuntaistasoliittymään. Esimerkkeinä kyseisistä kohteista ovat muun muassa aiemmin tässä luvussa, kuvissa 33 ja 34, esitetyt liittymät. Muissa suunnitteluohjeen mukaisissa liittymätyypeissä päätielle liittyminen tapahtuu aina samaan suuntaan ajavien ajoneuvojen kesken, joten näitä muita liittymätyyppejä ei otettu mukaan tähän tarkasteluun. Tyypillisimmät onnettomuudet suuntaistasoliittymissä olivat peräänajoja ja suistumisia. Koska vasemmalle kääntyminen oli näissä liittymissä estetty, voitiin odottaa, että suuntaistasoliittymät parantaisivat eritasoliittymän turvallisuutta. Suuntaistasoliittymällisten eritasoliittymien onnettomuusaste oli kuitenkin yllättäen muita liittymiä korkeampi. Tähänkin tulokseen vaikuttaa se, että tässä tutkimuksessa on tarkasteltu koko eritasoliittymän onnettomuuksia ja liikennemääriä. Tämän tutkimuksen perusteella suuri liikennemäärä voi kuitenkin osaltaan selittää suuntaistasoliittymällisten eritasoliittymien suurta onnettomuusastetta. Ainoastaan vähäliikenteisimmissä yksiramppisissa liittymissä ja niiden variaatioissa ei nykyisin ole suuntaistasoliittymää päätiellä. Suuntaistasoliittymien turvallisuusvaikutusten tarkempi tutkimus edellyttäisi kuitenkin tasoliittymien tarkastelua omana kokonaisuutenaan, jossa otetaan huomioon ainoastaan kyseisen tasoliittymän liikennemäärä ja onnettomuudet. Vastakkaisten ajosuuntien sekä risteävien ajosuuntien välisten ajoneuvojen onnettomuuksien osuus on pienentynyt edellisestä tutkimuksesta samoin kuin kaikkien liittymien hvj-onnettomuusasteet. Suuntaistasoliittymien rakentaminen on lisääntynyt vuosien 1990–1997 jälkeen, minkä voidaan olettaa osaltaan vaikuttaneen tähän positiiviseen kehitykseen.

## 6.3 Keskiarvoista poikkeavat liittymät

### Liittymät, joissa ei tapahtunut onnettomuuksia

Tutkittujen liittymien joukossa oli neljä eritasoliittymää, joissa ei tapahtunut lainkaan onnettomuuksia vuosina 2008–2015. Kaikki neljä liittymää sijaitsivat yksiajorataisilla teillä. Liittymät olivat yksi- tai kaksiramppisia eritasoliittymiä. Taulukkoon 20 on koottu keskeisimmät tiedot kyseisistä liittymistä. Liittymien liikennemäärä oli selvästi keskimääräistä pienempi lukuun ottamatta valtatie 5 ja yhdystien 15089 ja 15104 liittymää Hirvensalmella. Kyseisessä liittymässä päätien nopeusrajoitus oli myös korkeampi kuin kolmessa muussa liittymässä. Turvallisuutta parantava vaikutus lie-nee ollut sillä, että ko. eritasoliittymässä rampin ja päätien väliset liittymät olivat suuntaistasoliittymiä, joissa vasemmalle kääntyminen oli estetty. Molemmista kaksiramppisissa liittymissä oli erkanemiskaistat päätiellä ja Salon liittymässä oli myös saareke päätiellä liittymän kohdalla. Kyseisten neljän eritasoliittymän lähellä ei ole muita eritasoliittymiä. Kaikki liittymät on rakennettu ennen vuotta 2008, joten tarkastelujakson pituudella ei ole vaikutusta siihen, että näissä liittymissä ei tapahtunut onnettomuuksia.

Taulukko 20. Liittymät, joissa ei tapahtunut onnettomuuksia 2008–2015.

Päätie / sivutie	Solmunumero tierekisterissä	Paikkakunta	Ramppien lkm	Liittymään saapuvat ajon. / vrk	Nopeusrajoitus, km/h (päätie / sivutie)
Tie 73 / Tie 15880	82283	Lieksa	1	3 658	80 / 40
Tie 7980 / Tie 18405	120709	Haapavesi	1	1 543	60 / 60
Tie 110 / Tiet 1870 ja 2410	20346	Salo	2	2 476	60 / 50
Tie 5 / Tiet 15089 ja 15104	33593	Hirvensalmi	2	10 275	100 / 60

### Liittymät, joissa ei tapahtunut henkilövahinko-onnettomuuksia

Aineistossa oli yhteensä 40 eritasoliittymää, joissa ei tapahtunut ollenkaan henkilövahinko-onnettomuuksia tarkastelujakson aikana. Samoissa liittymissä oli yleensä myös keskiarvoa alhaisempi onnettomuusaste. Liittymien lähellä ei yleensä sijainnut muita eritasoliittymiä, mutta tasoliittymiä sen sijaan oli jonkin verran. Näistä 34 liittymää sijaitsi yksiajorataisilla teillä ja kuusi liittymää kaksiajorataisilla teillä. Yksiramppisia liittymiä, joissa ei tapahtunut hvj-onnettomuuksia, oli yhteensä 14. Näille liittymille oli ominaista keskimääräistä pienempi liikennemäärä ja useimmissa liittymissä oli erkanemiskaistat päätiellä tai molemmilla teillä. Aineistossa oli 20 kaksiramppista liittymää, joissa ei tapahtunut lainkaan hvj-onnettomuuksia. Myös näiden liittymien liikennemäärä oli muutamaa poikkeusta lukuun ottamatta liittymätyyppin keskiarvoa pienempi. Näistä liittymistä lähes kaikissa päätien liittymät olivat suuntaistasoliittymiä, joissa vasemmalle kääntyminen ei ollut mahdollista. Useampi ramppisia liittymiä, joissa ei tapahtunut hvj-onnettomuuksia, oli yhteensä kuusi. Näiden joukossa oli muutamia kolmiramppisia liittymiä sekä yksittäiset puolineläpiliittymä, puolirombinen, rombinen ja suuntaisliittymä, joille yhteinen piirre oli jälleen keskimääräistä pienempi liikennemäärä ja onnettomuusaste.

### **Liittymät, joissa tapahtui keskimääräistä enemmän onnettomuuksia**

Tutkittujen 168 liittymän joukossa oli kaikkiaan 38 eritasoliittymää, joissa tapahtui yli 15 onnettomuutta tarkastelujakson aikana ja joiden onnettomuusaste oli koko aineistolle määritettyä onnettomuusastetta (0,34 onn./milj.saap.ajon.) suurempi. Näiden liittymien tiedot on esitetty seuraavalla sivulla taulukossa 21. Kaikkien aineiston liittymien onnettomuuksien lukumäärät ja onnettomuusasteet ovat nähtävissä liitteessä 2. Kyseisistä liittymistä suurin osa oli kaksiramppisia eritasoliittymiä, puolinelapiila-liittymiä ja puolirombisia liittymiä. Näistä liittymistä kahdessa kolmasosassa oli liittymiin saapuvien ajoneuvojen määrä suurempi kuin koko aineiston keskiarvo. Sivutien liikenteen osuus oli 21 liittymässä koko aineiston keskiarvoa suurempi. Liittymistä kolme oli sellaisia, joissa sivutien liikenteen osuus oli päätietä suurempi. Päätien ja sivutien määrittäminen näissä tapauksissa perustui liittymätyypin geometriaan: päätieltä erkanevat ja päätielle liittyvät rampit olivat suuntaistasoliittymällisiä, kun taas sivutien liittymässä oli tavalliset tasoliittymät. Puolet taulukon 19 liittymistä oli sellaisia, joissa tapahtui onnettomuuksia kaksin- tai kolminkertainen määrä vuosittaiseen keskiarvoon verrattuna. Lähes yhtä monessa liittymässä myös hvj-onnettomuuksia tapahtui vuodessa kaksin- tai kolminkertaisesti keskiarvoon nähden. Taulukon 21 liittymistä 74 % oli sellaisia, joiden hvj-onnettomuusaste oli koko aineiston keskiarvoa (0,06) suurempi.

Eritasoliittymille, joissa tapahtui yli 15 onnettomuutta tarkastelujakson aikana, oli tyypillistä, että kyseisen liittymän lähellä sijaitsi liikennemäärää lisääviä toimintoja sekä tienkäyttäjän havainnointia vaativia rakenteita. Viiden eritasoliittymän vaikutusalueella sijaitsi toinen perusverkon tai moottoritien eritasoliittymä. Joukossa oli lisäksi neljä liittymää, joiden lähistöllä, jonkin verran vaikutusalueen ulkopuolella, sijaitsi toinen eritasoliittymä. Lisäksi 11 eritasoliittymän lähistöllä sijaitsi tasoliittymä. Liittymistä kolmasosaan kuului nelihaaraliittymä ja kuudessa liittymässä oli valo-ohjaus. Tavallisesti näissä eritasoliittymissä oli päätien tai sivutien ramppioliittymässä risteävän jalankulku- ja pyörätien kohdalla suojatie ja pyörätien jatke. Useiden liittymien lähellä sijaitsi myös huoltoasema tai muu liiketila sekä linja-autopysäkki.

Liittymistä viisi oli sellaisia, joiden muoto oli hieman vaikeasti määritettävä eikä noudata tarkasti liittymätyyppien ratkaisua. Nämä muodoltaan vähäisesti poikkeavat liittymät olivat teiden 25 / 51, 40 / 185, 101 / 120, 185 / 1851 sekä 9 / 6018 välillä. Neljässä liittymässä ei ollut päätien liittymässä suuntaistasoliittymää. Suuntaistasoliittymällisistä liittymistä puolestaan 11 oli sellaisia, joissa suuntaistasoliittymä oli toteutettu normaalimitoitusta pienemmällä saarekkeella. Noin kolmasosassa liittymistä oli myös ilmakuvien perusteella havaittavissa ramppien geometriassa ympyränkaari-suora-ympyränkaari -jaksoja tai loivan ja jyrkän ympyränkaaren yhdistelmiä. Edellä mainittuja suunnitteluratkaisuja voidaankin pitää onnettomuusriskiä lisäävinä seikkoina, joskaan ei suoraan onnettomuuksia lisäävinä. Liittymien joukossa oli myös seitsemän kohdetta, joissa päätien nopeusrajoitus oli 100 km/h ja sivutien nopeusrajoitus oli 60 tai 50 km/h. Näin suuri nopeuden muutos aiheuttaa haasteita eritasoliittymän turvallisuuden kannalta, kun maantieltä siirrytään hitaamman liikenteen ympäristöön. Kaksiramppisista liittymistä teiden 5 / 13 sekä 9 / 18 välisten liittymien liikennemäärät olivat kaksiramppisille liittymille melko suuria. Liikennemäärän perusteella lisärampit tai erkanemis- ja liittymiskaistat sivutiellä voisivat parantaa liittymien välityskykyä ja siten mahdollisesti pienentää onnettomuusriskiä.

Taulukko 21. Eritasoliittymät, joissa tapahtui yli 15 onnettomuutta vuosina 2008–2015 ja joiden onnettomuusaste oli suurempi kuin koko aineiston onnettomuusaste. Kaikkien aineiston liittymien onnettomuuksien lukumäärät ja onnettomuusasteet ovat nähtävissä liitteessä 2.

Päätie / sivutie	Solmu-numero	Saapuvat ajon./v.	Sivutien %-osuus	Kaikki onn./v.	Hvj-onn./v.	Liittymätyyppi
152 / 11556	10911	6 052 000	22 %	3,13	0,38	1-ramppinen
25 / 51	10171	4 241 000	43 %	2,13	0,13	2-ramppinen
40 / 185	20662	8 079 000	49 %	3,13	0,25	2-ramppinen
15 / 370	30814	5 141 000	39 %	2,25	0,50	2-ramppinen
9 / 338	42520	8 938 000	24 %	3,38	0,75	2-ramppinen
9 / 13720	43774	3 099 000	11 %	5,50	0,13	2-ramppinen
9 / 6090	91837	5 814 000	9 %	2,38	0,63	2-ramppinen
16 / 19	101799	3 748 000	23 %	2,63	0,63	2-ramppinen
8 / 68	103138	4 619 000	54 %	2,63	0,38	2-ramppinen
69 / 749	103186	4 480 000	41 %	2,25	0,25	2-ramppinen
5 / 8803 / 8990	121058	3 207 000	16 %	2,25	0,50	2-ramppinen
5 / 8807	123446	4 076 000	41 %	2,75	0,38	2-ramppinen
130 / 1311	11344	4 683 000	27 %	2,63	0,13	2-ramppinen
8 / 12	22048	8 355 000	40 %	6,50	1,25	2-ramppinen
5 / 13	32421	11 661 000	44 %	7,75	0,63	2-ramppinen
3 / 65	43763	9 703 000	39 %	6,25	0,50	2-ramppinen
9 / 18	91868	11 254 000	29 %	4,63	0,75	2-ramppinen
8 / 8	102309	8 279 000	50 %	5,13	0,50	2-ramppinen
2 / 43 / 2460	22266	4 641 000	43 %	4,13	0,50	3-ramppinen
9 / 58	42850	6 045 000	48 %	2,13	0,38	3-ramppinen
25 / 130	11666	4 775 000	27 %	2,13	0,38	3-ramppinen
103 / 170	12178	7 809 000	59 %	3,38	0,88	3-ramppinen
101 / 120	11969	35 305 000	22 %	20,00	3,50	4-ramppinen
8 / 717	102262	8 067 000	44 %	4,38	0,63	Puolineliapila
2 / Katu	22458	11 286 000	41 %	7,13	1,13	Puolineliapila
110 / 2221	20476	6 011 000	35 %	2,38	0,75	Puolineliapila
40 / 10	20653	12 876 000	61 %	12,88	2,13	Puolineliapila
40 / 222	20705	15 227 000	26 %	5,88	1,25	Puolineliapila
2 / 8	22472	8 013 000	35 %	3,75	0,88	Puolineliapila
6 / 387	31220	7 844 000	27 %	4,13	0,63	Puolineliapila
2 / 8	22465	11 056 000	40 %	4,38	0,63	Puolirombinen
5 / 14	33692	3 777 000	30 %	2,00	0,38	Puolirombinen
185 / 1851	23297	10 105 000	50 %	4,13	0,38	Puolirombinen
5 / 23	83246	5 101 000	42 %	2,13	0,50	Puolirombinen
6 / 73	83292	4 019 000	32 %	2,13	0,25	Puolirombinen
2 / 11	22976	6 977 000	19 %	4,25	0,88	Rombinen
6 / 13	31292	8 081 000	23 %	4,13	0,88	Rombinen
9 / 6018	90488	11 787 000	18 %	5,13	0,38	Suuntaisliittymä
<b>Aineistossa keskimäärin</b>		<b>5 249 534</b>	<b>32 %</b>	<b>1,78</b>	<b>0,31</b>	

Esimerkeiksi liittymistä, joissa tapahtui keskimääräistä enemmän onnettomuuksia, on tässä valittu taulukon 21 liittymistä kaksi kohdetta, joissa tapahtui eniten onnettomuuksia. Ensimmäinen näistä oli teiden 101 (Kehä I) ja 120 (Vihdintie) välinen eritasoliittymä, joka on esitetty kuvassa 35. Kyseinen liittymä oli koko aineiston vilkkaaimmin liikennöity liittymä, ja se sijaitsee hyvin kaupunkimaisella alueella lähellä palveluita. Liittymätyypiltään kyseessä on neliramppinen eritasoliittymä. Liikennemäärän lisäksi onnettomuusriskiä lisää muun muassa sivutien liittymässä risteävä jalankulku- ja pyöräilyväylä. Liittymässä tapahtui kaikkiaan 160 onnettomuutta kahdeksan tarkasteluvuoden aikana. Näistä 28 oli henkilövahinko-onnettomuuksia. Liittymän onnettomuusaste oli 0,57 ja hvj-onnettomuusaste 0,09. Onnettomuuksista 50 % oli peräänajoja ja onnettomuudet tapahtuivat tyypillisimmin sivutien liittymässä ja päätien vaikutusalueella. Myös kaistanvaihto-onnettomuudet olivat yleisiä. Lisäksi kyseisessä liittymässä tapahtui poikkeuksellisen paljon mopo-onnettomuuksia: yhteensä 4. Mopo-onnettomuudet tapahtuivat sivutien ja rampin valo-ohjatuissa liittymissä. Kahdessa onnettomuudessa mopoilija ajoi pyörätien jatkeelle päin punaisia liikennevaloja ja törmäsi henkilöautoon. Kahdessa muussa tapauksessa väistämisvelvollinen kääntyvä henkilöauto törmäsi pyörätien jatkeella mopoilijaan. Suurin merkitys liikenneonnettomuuksien korkeaan määrään tässä eritasoliittymässä lienee ollut nimenomaan suurella liikennemäärällä. Vaikka liittymässä on erkanemis- ja liittymiskaistat, niin välityskykyyn vaikuttavat kaista- ja ramppiratkaisut eivät liene riittävät liikennemäärään nähden.



Kuva 35. Teiden 101 (Kehä I) ja 120 (Vihdintie) välinen eritasoliittymä (Google Maps).

Toinen liittymä, jossa tapahtui huomattavasti keskimääräistä enemmän onnettomuuksia, oli teiden 40 ja 10 välinen eritasoliittymä Kaarinassa (kuva 36). Liittymä on luokiteltu tässä puolinelipilaliittymäksi, vaikka se ei ole täysin suunnitteluoheen mukainen, sillä siinä on ainoastaan yksi silmukkaramppi. Toisaalta liittymä ei myöskään noudata puolirombisen liittymän suunnitteluratkaisua. Kyseisen liittymän liikennemäärä oli yli kaksinkertainen aineiston keskiarvoon nähden. Liittymän suurta onnettomuusmäärää aineiston muihin liittymiin verrattuna selittänee parhaiten suuri sivutien liikenteen osuus, joka oli jopa 61 % liittymään saapuvista ajoneuvoista. Liit-



tymässä tapahtui yhteensä 103 onnettomuutta, joista 17 oli henkilövahinkoon johtaneita. Onnettomuusaste oli 1,00 ja hvj-onnettomuusaste 0,16. Päätien nopeusrajoitus oli 100 km/h ja sivutien nopeusrajoitus 60 km/h. Liittymän läheisyydessä sijaitsee bus-pysäkkejä ja toisessa sivutien liittymässä oli suojatie. Sivutiellä oli lähistöllä myös katujen tasoliittymät sekä iso päivittäistavarakauppa. Onnettomuuksista suurin osa tapahtui sivutien liittymässä ja päätien vaikutusalueella. Yleisimmät onnettomuustyypit olivat peräänajot, kaistanvaihto-onnettomuudet sekä suistumiset.



Kuva 36. Teiden 40 (E18) ja 10 välinen eritasoliittymä Kaarinassa (Google Maps).

#### **Liittymät, joiden hvj-onnettomuusaste oli suuri**

Aineiston liittymien keskimääräinen henkilövahinko-onnettomuusaste oli 0,06 hvj-onn./milj.saap.ajon. Tutkittujen liittymien joukossa oli yksi liittymä, jossa hvj-onnettomuusaste oli keskiarvoon nähden kolminkertainen eli 0,18. Kyseessä oli valtatie 5 ja seututeiden 368 ja 429 välinen kolmiramppinen eritasoliittymä Hirvensalmella (kuva 37). Liittymä on rakennettu nykyiseen muotoonsa vuonna 2011. Tarkastelujakson aikaiset hvj-onnettomuudet liittymässä ja sen vaikutusalueella tapahtuivat pääosin tämän jälkeen. Päätie oli kaksiajoratainen ja nykyisin keskikaiteellinen. Päätiellä oli myös erkanemis- ja liittymiskaistat. Kyseinen liittymä on vähäliikenteinen ja sivutien liikenteen osuus on vain 12 %. Onnettomuuksia tapahtui yhteensä 14, joista neljä oli hvj-onnettomuuksia. Yksi onnettomuuksista johti yhden osallisen kuolemaan. Onnettomuuksista suurin osa oli suistumisia suoralla oikealle tai vasemmalle. Risteäviin ajosuuntiin liikkuvien ajoneuvojen välillä tapahtui kolme onnettomuutta. Onnettomuuksista puolet tapahtui päätien vaikutusalueella. Rampilla tapahtui yksi suistumisonnettomuus, mutta loput onnettomuudet sijoittuivat päätien ja sivutien ramppliittymiin. Mitään erityistä syytä liittymän korkeaan hvj-onnettomuusasteeseen ei ollut tarkastelun perusteella havaittavissa. Kyseinen eritasoliittymä sijaitsee kuitenkin suhteellisen pitkällä suoralla tiejaksolla maaseudulla, mikä voi mahdollisesti heikentää kuljettajien tarkkaavaisuutta erityisesti pitkiä matkoja ajettaessa.

Tutkittujen liittymien joukossa oli lisäksi 12 eritasoliittymää, joiden hvj-onnettomuusaste oli yli kaksinkertainen keskimääräiseen nähden eli yli 0,12 hvj-onn./milj.saap.ajon. Näiden liittymien keskeisimmät tiedot ovat liitteen 2 taulukossa. Liittymien joukossa oli sekä vilkkaasti liikennöityjä että vähäliikenteisiä eritasoliittymiä. Suurin osa liittymistä oli kaksiramppisia eritasoliittymiä, joissa oli erkanemiskaistat mutta ei liittymiskaistoja. Liittymien joukossa oli myös yksi yksiramppinen, yksi rombinen sekä kaksi puolineliapilaliittymää. Kaikkiaan kahdeksassa

liittymässä myös kaikkien onnettomuuksien onnettomuusaste oli keskimääräistä korkeampi. Seitsemässä liittymässä oli rampin päässä nelihaaraliittymä. Kaikkien liittymien vaikutusalueella oli risteävä jalankulku- ja pyörätie. Yksiramppista liittymää lukuun ottamatta kaikissa eritasoliittymissä päätien liittymässä oli sallittu liittyminen ainoastaan oikealle. Noin puolet liittymistä sijaitsi joko toisen eritasoliittymän tai tasoliittymän läheisyydessä.



Kuva 37. Eritasoliittymä, jossa oli aineiston suurin hvj-onnettomuusaste: valtatien 5 ja seututeiden 368 ja 429 välinen kolmiramppinen eritasoliittymä (Google Maps).

#### **Liittymät, joissa tapahtui poikkeuksellisen paljon jalankulku-, polkupyörä- ja mo-po-onnettomuuksia**

Jalankulkijoiden onnettomuuksia tapahtui yhteensä 11. Onnettomuudet tapahtuivat yhdeksässä eri liittymässä. Kahdessa yksittäisessä liittymässä tapahtui tarkastelujakson aikana kaksi jalankulkuonnettomuutta. Kahden jalankulkuonnettomuuden perusteella ei voi tehdä luotettavia päätelmiä, että ovatko kyseiset kaksi liittymää muita liittymiä turvattomampia jalankulkijoille. Loput seitsemän jalankulkuonnettomuutta tapahtuivat kaikki eri liittymissä.

Polkupyöräonnettomuuksia sattui tarkastelujakson aikana kaikkiaan 44. Tutkittujen liittymien joukossa oli yksi liittymä, jossa tapahtui yhteensä viisi polkupyöräonnettomuutta. Kyseessä oli valtateiden 8 ja 12 välinen eritasoliittymä Raumalla (kuva 38). Liittymä sijaitsee melko vilkasliikenteisellä alueella, ja lähetyvillä on mm. päivittäistavarakauppoja. Polkupyöräonnettomuudet tapahtuivat rampin ja tien 12 liittymässä, tien 8 itäpuolella. Jalankulkijat ja polkupyöräilijät liikkuvat omalla väylällään, mutta näkemissä lienee ollut puutteita. Google Street View -tarkastelun perusteella vaikutti, että liittymäalueelta olisi raivattu kasvillisuutta näkemien parantamiseksi. Kahdessa onnettomuudessa Uotilan suunnasta ajanut, rampille vasemmalle kääntynyt auto törmäsi pyörätien jatkeella samasta suunnasta tulleeseen pyöräilijään, joka ajoi jalankulku- ja pyörätiellä ajoradan vasemmalla puolella. Yhdessä onnettomuudessa tilanne oli muuten sama, mutta pyöräilijä tuli vastakkaisesta suunnasta eli Rauman keskustasta päin. Lisäksi kaksi onnettomuutta johtui siitä, että valtatieltä 8 rampille ajanut kuljettaja ei huomannut samaisessa sivutien ramppiliittymässä pyörätien jatkeelle tulevaa pyöräilijää. Toisessa tapauksessa pyöräilijä tuli oikealta, mutta toisessa tapauksessa ei ole tietoa pyöräilijän tulosuunnasta.





Kuva 38. Valtateiden 8 (E8) ja 12 välinen eritasoliittymä Raumalla (Google Maps). Liittymässä tapahtui tarkastelujakson aikana viisi polkupyörä-onnettomuutta.

Aineistossa oli lisäksi yksi liittymä, jossa tapahtui kolme polkupyöräonnettomuutta; valtateiden 5 ja 13 välinen eritasoliittymä lähellä Mikkelin keskustaa (kuva 39). Polkupyörä-onnettomuudet tapahtuivat valo-ohjatussa nelihaaraliittymässä valtatie 5 eteläpuolella. Kahdessa tapauksessa autoilija tuli pohjoisesta Mikkelin keskustan suunnasta tietä 13 ja kääntyi nelihaaraliittymässä oikealle törmäten samaan suuntaan ajoradan viereisellä jalankulku- ja pyörätiellä ajaneeseen pyöräilijään. Kolmas onnettomuus oli muuten samanlainen, mutta pyöräilijä tuli vastakkaisesta suunnasta. Lähellä on koulu sekä useita päivittäistavarakauppoja, mikä mahdollisesti lisää polkupyöräliikennettä. Muissa liittymissä tapahtui korkeintaan kaksi polkupyöräonnettomuutta.



Kuva 39. Valtateiden 5 ja 13 välinen eritasoliittymä Mikkeliissä (Google Maps). Liittymässä tapahtui tarkastelujakson aikana kolme polkupyörä-onnettomuutta.

Mopo-onnettomuuksia tapahtui aineiston liittymissä yhteensä 60. Raumalla, valtateiden 8 ja 12 välisessä eritasoliittymässä tapahtui yhteensä viisi mopo-onnettomuutta. Kyseessä on sama liittymä, jossa tapahtui viisi polkupyöräonnettomuutta. Mopo-onnettomuudet keskittyivät samaan sivutien liittymään kuin polkupyöräonnettomuudet. Yleisin onnettomuuden syy oli sivutieltä rampille kääntyvän ajoneuvon törmäminen pyörätien jatkeella liikkuvaan mopoon. Kyseisessä sivutien ja rampin välisessä liittymässä on todennäköisesti ollut näkyvyyttä häiritsevää kasvillisuutta. Aineistossa oli myös kaksi liittymää, joissa onnettomuuksia sattui neljä. Toinen näistä liittymistä oli Kehä I:n ja Vihdintien välinen liittymä, joka on erittäin vilkasliikenteinen ja lähellä palveluita. Mopo-onnettomuudet tapahtuivat valo-ohjatussa sivutien liittymässä. Myös valtatie 5 ja yhdysteiden 8803 ja 8990 välisessä liittymässä Kajaanissa tapahtui neljä mopo-onnettomuutta. Onnettomuudet liittyivät mopoille sallitulta pyörätieltä ajoradalle siirtymiseen sekä heikkoon näkyvyyteen mm. siltatyömaan takia. Lisäksi aineistossa oli kaksi liittymää, joissa mopo-onnettomuuksia tapahtui kolme. Nämäkin liittymät sijaitsivat lähellä palveluita, mikä todennäköisesti lisää mopoliikennettä. Onnettomuuksista yli puolet oli yksittäisonnettomuuksia (osallisena ainoastaan mopo) tai kahden mopon välisiä. Näkemillä rampin ja sivutien välisessä liittymässä lieenee myös ollut vaikutusta onnettomuuksien määrään. Muissa tutkituissa eritasoliittymissä mopo-onnettomuuksia tapahtui korkeintaan kaksi.

#### **Liittymät, joissa tapahtui paljon eläinonnettomuuksia**

Eläinonnettomuuksia tapahtui tutkimuksen liittymissä yhteensä 247. Onnettomuudet jakautuivat 75:een eri liittymään. Suurin osa eläinonnettomuuksista tapahtui päätien vaikutusalueella, ja eläinonnettomuuksia tapahtuikin enemmän liittymissä, joiden vaikutusalue oli erkanemis- ja liittymiskaistojen ja suorien ramppien takia pitkä. Liittymiä, joissa tapahtui tarkastelujakson aikana 5–10 eläinonnettomuutta, oli kymmenen. Näistä liittymistä kolme oli puolirombisia liittymiä ja kolme kaksiramppisia eritasoliittymiä. Lisäksi joukossa oli kaksi rombista liittymää sekä yksi puolineliaipila- ja yksi kolmiramppinen eritasoliittymä. Liittymissä tai niiden vaikutusalueilla ei ollut riista-aitaa ja useimmissa tapauksissa ympäröivä maasto oli avaraa peltoa tai tiivistä kasvillisuutta.

Lisäksi aineistossa oli kolme liittymää, joissa eläinonnettomuuksia tapahtui enemmän kuin kymmenen. Näistä ensimmäinen oli valtatie 25 ja seututien 130 välinen liittymä Hyvinkäällä. Liittymässä ja sen vaikutusalueella tapahtui 13 eläinonnettomuutta vuosina 2008–2015. Google Street View -tarkastelun perusteella liittymän välittömässä läheisyydessä ei ollut riista-aitaa. Tien 130 itäpuolella on samansuuntainen valtatie 3, jonka varrella on kuitenkin riista-aidat. Valtatie 3 ja tien 130 välinen moottoritien eritasoliittymä sijaitsee aivan tässä tarkastellun eritasoliittymän vieressä. Tien 130 ja 1311 välisessä eritasoliittymässä Nurmijärvellä tapahtui puolestaan 16 eläinonnettomuutta tarkastelujakson aikana. Myöskään tämän liittymän välittömässä läheisyydessä ei ollut riista-aitaa, ja ympäröivä maasto vaihteli peltoaukean ja metsän välillä. Tämänkin liittymän itäpuolella on tien 130 kanssa yhdensuuntainen valtatie 3, jonka varrella on riista-aidat. Näiden liittymien lähellä sijaitseva moottoritie riista-aitoineen luo eläimille esteen, joka mahdollisesti suuntaa eläinten kulkua kohti kyseisiä perusverkon eritasoliittymiä. Tutkimusaineistosta erottui erityisesti yksi liittymä, valtatie yhdeksän ja yhdystien 13720 eritasoliittymä Akaalla, sillä kyseisen liittymän vaikutusalueella tapahtui kaikkiaan 40 eläinonnettomuutta kahdeksan tarkasteluvuoden aikana. Liittymän pohjoispuolisella vaikutusalueella näytti Google Street View-tarkastelun perusteella olevan riista-aita, mutta ramppien kohdalla ja niiden eteläpuolisella vaikutusalueella ei ollut aita. Maasto oli niin ikään peltoista ja metsäistä.

## 6.4 Vertailu edellisen tutkimuksen tuloksiin

Tämän tutkimuksen yhtenä tavoitteena oli pystyä vertaamaan saatuja tuloksia edellisen, vuonna 2000 ilmestyneen tutkimuksen tuloksiin sekä analysoida perusverkon eritasoliittymien turvallisuuden kehitystä. Tässä luvussa on verrattu edellisen tutkimusaineiston 95 eritasoliittymää tämän tutkimuksen 168 eritasoliittymään. Aiemmassa tutkimuksessa mukana olleista liittymistä 58 oli mukana myös tässä tutkimuksessa. Koska tiedot edellisen tutkimuksen liittymistä olivat osin puutteelliset, ei tässä tutkimuksessa ollut mahdollista käyttää näiden kahden tutkimuksen välisessä vertailussa täysin samaa liittymäaineistoa. Tarkasteltavia liittymiä oli tässä tutkimuksessa yli 1,5-kertainen määrä edelliseen tutkimukseen verrattuna. Aineiston laajuuteen vaikuttivat liittymien lisääntynyt määrä tieverkolla sekä hieman erilainen rajausta kuin edellisessä tutkimuksessa. Kaksiajorataisten teiden eritasoliittymiä oli edellisessä tutkimuksessa mukana kahdeksan, kun taas tässä tutkimuksessa kaksiajorataisia kohteita oli 47. Edellisessä tutkimuksessa esimerkiksi Kehä I:n ja Kehä III:n kaksiajorataiset osuudet oli rajattu tarkastelun ulkopuolelle, kun taas tässä tutkimuksessa ne on otettu mukaan. Aiemmassa tutkimuksessa käsitelty liittymätyypit oli jaoteltu yksi- ja kaksiramppeisiin sekä useampiramppeisiin eritasoliittymiin. Rombisia, puolirombisia, puolineläpila- ja suuntaisliittymiä ei eritelty, kuten tässä tutkimuksessa. Tämä johtuu osaltaan siitä, että kyseisiä liittymätyyppejä on rakennettu yleisemmin vasta edellisen tutkimuksen ilmestymisen jälkeen. Maantieverkon liikennemäärät ovat myös kasvaneet 1990-luvun jälkeen. Onnettomuustietojen tarkastelujaksoksi valittiin tässä tutkimuksessa kahdeksan vuotta, kuten edellisessä tutkimuksessa, ja liittymien vaikutusalueet määritettiin samoin periaattein.

Kummankin tutkimuksen tarkastelujaksojen aikana tapahtuneiden onnettomuuksien lukumäärät eläinonnettomuuksia lukuun ottamatta on esitetty taulukossa 22. Koska tässä tutkimuksessa aineisto oli huomattavasti laajempi, myös onnettomuuksia oli lukumäärällisesti huomattavasti enemmän. Merkittävää on kuitenkin se, että henkilövahinko-onnettomuuksien osuus kaikista onnettomuuksista on pienentynyt selvästi. Kuolemaan johtaneita onnettomuuksia tapahtui myös aiempaa vähemmän. Tämä tulos antaa positiivisen viestin vakavien liikenneonnettomuuksien vähentymisestä, vaikka liikennemäärät ovat kasvaneet.

*Taulukko 22. Liikenneonnettomuudet perusverkon eritasoliittymissä (eläinonnettomuuksia lukuun ottamatta) vuosina 1990–1997 (95 liittymää) ja 2008–2015 (168 liittymää).*

Onnettomuudet	1990–1997		2008–2015	
	lkm	%	lkm	%
Onnettomuudet (ei eläinonn.)	591	100 %	2141	100 %
Hvj-onnettomuudet	167	28 %	415	19 %
Kuolemaan johtaneet onn.	16	3 %	11	1 %
Omaisuuksivahinko-onnettomuudet	424	72 %	1726	81 %

Myös onnettomuusasteiden vertailu paljastaa onnettomuuksien vakavuuden lieventyneen. Yksiajorataisten teiden kaikkien onnettomuuksien onnettomuusaste oli tämän tutkimuksen perusteella pysynyt samana kuin edellisessä tutkimuksessa eli 0,30 onn./milj.saap.ajon. Yksiajorataisten teiden henkilövahinko-onnettomuuksien onnettomuusaste puolestaan oli edellisessä tutkimuksessa 0,07, kun tässä tutkimuk-

nessa tulokseksi saatiin 0,05 hvj-onn./milj.saap.ajon. Myös kaksiajorataisilla teillä kaikkien onnettomuuksien onnettomuusaste on pysynyt ennallaan (0,39 onn./milj.saap.ajon.). Samanaikaisesti liikennemäärät ovat kasvaneet, ja tässä tutkimuksessa tarkasteltu otos oli edellistä tutkimusta laajempi. Kaksiajorataisten teiden eritasoliittymien hvj-onnettomuusaste on niin ikään laskenut 0,08:sta 0,06 hvj-onnettomuuteen miljoonaa liittymään saapuvaa ajoneuvoa kohti.

Yleistä turvallisuuskehitystä arvioitiin tässä tutkimuksessa selvittämällä vuosina 1990–1997 sekä 2008–2015 maantieverkolla tapahtuneiden henkilövahinko-onnettomuuksien lukumäärät (taulukko 23). Näiden lukujen avulla laskettiin yleinen vähenemä: hvj-onnettomuuksien määrä on laskenut tarkastelujaksojen välillä 16 %. Yleisen vähenemän mukaiset onnettomuusasteet vuosille 2008–2015 laskettiin kertomalla vuosien 1990–1997 onnettomuusasteet osuudella 0,84. Saatuja arvoja verrattiin tässä tutkimuksessa määritettyihin arvoihin (taulukko 24). Koska tämän tutkimuksen hvj-onnettomuusasteet ovat pienemmät kuin yleisen vähenemän mukaiset, voidaan todeta, että tarkastelujaksojen välillä toteutetut toimenpiteet, kuten erkanemis- ja liittymiskaistojen rakentaminen perusverkon eritasoliittymissä, ovat parantaneet liittymien turvallisuutta.

*Taulukko 23. Yleinen turvallisuuskehitys vuosien 1990–1997 sekä 2008–2015 välillä.*

Tarkastelujakso	Hvj-onn. maantieverkolla
1990–1997	29 057
2008–2015	24 395
Yleinen vähenemä	16 %

*Taulukko 24. Henkilövahinko-onnettomuusasteen kehittyminen.*

Hvj-onnettomuusaste 2008–2015	Yleisen vähenemän mukainen	Tämän tutkimuksen mukainen
Yksiajorataiset	0,06	0,05
Kaksiajorataiset	0,07	0,06

Onnettomuuksien sijoittuminen eritasoliittymän vaikutusalueen eri osiin jakautui tässä tutkimuksessa jotakuinkin samoin kuin edellisessä tutkimuksessa. Yli 33 % onnettomuuksista tapahtui sivutien liittymässä ja lähes 22 % tapahtui päätien liittymässä. Päätien liittymän turvallisuutta sivutien liittymiin verrattuna perusteltiin edellisessä tutkimuksessa sillä, että päätien liittymässä liittymisratkaisut ovat monesti korkeampilaatuisia. Sama oli havaittavissa tässä tutkimuksessa, sillä päätien liittymässä oli sivutien liittymiä useammin erkanemis- ja liittymiskaistat ja vasemmalle kääntymistä rajoitettu. Tämän tutkimuksen liittymistä 29 oli liittymiä, joissa ramppi päättyi kolmihaaraliittymän sijaan nelihaaraliittymään. Nämä nelihaaraliittymät olivat useimmiten nimenomaan sivutien liittymiä. Vähiten onnettomuuksia tapahtui molemmissa tutkimuksissa liittymien rampeilla. Päätien vaikutusalueella onnettomuuksien osuus pienentyi 33 prosentista 29 prosenttiin. Sivutien vaikutusalueen onnettomuudet vähenivät myös 17 prosentista kymmeneen. Pääteiden sivutietä vilk-

kaampi liikenne selittää eroa päätien ja sivutien vaikutusalueen onnettomuuksien määrässä. Päätiellä vaikutusalue ulottui myös useissa liittymissä ramppien geometriaan sekä erkanemis- ja liittymiskaistojen vuoksi laajemmalle alueelle kuin sivutiellä.

Tämän tutkimuksen perusteella samat onnettomuustyyppit olivat edelleen yleisimpiä. Edellisessä tutkimuksessa kääntyvän ajoneuvon onnettomuuksia oli 32 % kaikista onnettomuuksista, kun vastaava osuus tässä tutkimuksessa oli 24 %. Suistumis-onnettomuuksien osuus puolestaan oli kasvanut yhden prosentin aiempaan verrattuna. Samaan suuntaan ajavien ajoneuvojen väliset onnettomuudet, joihin ei liittynyt kääntymistä, olivat yleistyneet. Näihin onnettomuuksiin on laskettu kaistanvaihto-, ohitus- ja peräänajo-onnettomuudet. Näiden osuus kaikista onnettomuuksista oli 29 %, kun edellisessä tutkimuksessa vastaava osuus oli 24 %. Tapahtunutta muutosta selittää muun muassa se, että yhä useammin eritasoliittymiin rakennetaan erkanemis- ja liittymiskaistat, jolloin päätien- tai sivutien liikenteeseen liittyminen tapahtuu samaan ajosuuntaan ajavien ajoneuvojen kesken. Tällä on todennäköisesti ollut positiivinen vaikutus myös vakavien onnettomuuksien vähenemiseen, koska vastakkaisten- ja risteävien ajosuuntien välisten onnettomuuksien osuudet ovat vähentyneet. Myös kohtaamisonnettomuuksien osuus on vähentynyt noin viidestä prosentista 2,4 prosenttiin. Eläinonnettomuuksien osuus kaikista onnettomuuksista on sen sijaan kasvanut kuudesta prosentista kymmeneen.

Henkilövahinko-onnettomuuksien osalta samaan suuntaan ajavien ajoneuvojen välisten onnettomuuksien osuus on lisääntynyt tämän tutkimuksen perusteella. Kohtaamisonnettomuuksien osuus puolestaan on pienentynyt aiemmasta, samoin kuin vastakkaisiin ja risteävin suuntiin liikkuvien ajoneuvojen välisten onnettomuuksien osuus kaikista hvj-onnettomuuksista. Ajoneuvojen törmäysturvallisuus on nykyisin parempi kuin vuosina 1990–1997, mikä on osaltaan vaikuttanut henkilövahinkoihin johtaneiden kohtaamisonnettomuuksien vähenemiseen. Suistumisten osuus eli lähes neljännes hvj-onnettomuuksista on pysynyt ennallaan. Jalankulkijoiden, pyöräilijöiden ja mopojen onnettomuuksien osuus hvj-onnettomuuksista on myös pysynyt lähes ennallaan, ja ne sijoittuivat useimmiten sivutien liittymään, kuten aiemmassakin tutkimuksessa.

Edellisessä tutkimuksessa yksiajorataisille teille suoritettiin liittymätyyppikohtainen vertailu yksi-, kaksi- ja useampiramppisten liittymien osalta. Kaksiramppisten eritasoliittymien onnettomuusaste (0,25) oli edellisessä tutkimuksessa pienempi kuin yksiramppisten liittymien (0,29 onn./milj.saap.ajon.). Hvj-onnettomuusasteet yksi- ja kaksiramppisissa liittymissä olivat edellisessä tutkimuksessa keskenään samat; 0,07 hvj-onn./milj.saap.ajon. Useampiramppisten liittymien onnettomuus- ja hvj-onnettomuusasteet olivat yksi- ja kaksiramppisia suuremmat. Tässä tutkimuksessa useampiramppiset liittymät on jaoteltu suunnitteluohjeen mukaisesti. Taulukossa 25 on esitetty molempien tutkimusten yksiajorataisten teiden eritasoliittymien onnettomuus- ja hvj-onnettomuusasteet. Yksi- ja kaksiramppisten liittymien osalta tilanne on kääntynyt toisin päin, eli yksiramppisten liittymien onnettomuusaste (0,22) oli pienempi kuin kaksiramppisten (0,35). Molempien liittymätyyppien hvj-onnettomuusaste oli 0,05. Tämänkin tutkimuksen tuloksien mukaan useampiramppisten liittymien onnettomuusasteet olivat yksi- ja kaksiramppisia korkeammat lukuun ottamatta puolirombisia ja suuntaisliittymiä.

*Taulukko 25. Liittymätyyppikohtaiset onnettomuus- ja hvj-onnettomuusasteet yksiajorataisten teiden eritasoliittymissä 1990-1997 ja 2008-2015.*

Liittymätyyppi (yksiajorataiset)	Onn.aste / hvj-onn.aste	
	1990-1997	2008-2015
Yksiramppiset	0,29 / 0,07	0,22 / 0,05
Kaksiramppiset	0,25 / 0,07	0,35 / 0,05
Useampiramppiset	0,32 / 0,08	-
Kolmiramppiset	-	0,37 / 0,08
Neliramppiset	-	0,51 / 0,09
Puolineliapilat	-	0,44 / 0,08
Puolirombiset	-	0,32 / 0,05
Rombiset	-	0,39 / 0,07
Suuntaisliittymät	-	0,21 / 0,04
Kaikki yksiajorataiset	0,27 / 0,07	0,30 / 0,05

Päätien ramppiliittymiä, joissa oli suuntaistasoliittymä, oli edellisessä tutkimuksessa kolmannes aineiston liittymistä. Tämän tutkimuksen yksi-, kaksi- ja kolmiramppisista liittymistä jopa kaksi kolmasosaa oli varustettu suuntaistasoliittymällä. Puolirombisissa, rombisissa sekä puolineliapila- ja suuntaisliittymissä päätielle liittyminen tapahtui niin ikään aina samaan suuntaan liikkuvien ajoneuvojen välillä. Aiemmassa tutkimuksessa suuntaistasoliittymällisille eritasoliittymille määritetyt onnettomuus- ja hvj-onnettomuusasteet olivat selvästi muita liittymiä pienemmät. Tämän tutkimuksen mukaan suuntaistasoliittymällisten kohteiden onnettomuusasteet olivat suuremmat kuin muiden liittymien onnettomuusasteet. Tätä hieman yllättävää tulosta selittää se, että nykyisin ainoastaan kaikkein vähäliikenteisimmissä eritasoliittymissä ei ole suuntaistasoliittymää päätien risteyksessä. Näissä kaikkein vähäliikenteisimmissä liittymissä tapahtui kaikista vähiten onnettomuuksia, joten myös niiden onnettomuusasteet olivat hyvin alhaiset.

Eritasoliittymien, joissa ramppi päättyi pää- tai sivutien liittymässä nelihaaraliittymään, onnettomuus- ja hvj-onnettomuusasteet olivat sekä edellisen että tämän tutkimuksen tuloksien mukaan muita liittymiä suuremmat. Tässä tutkimuksessa määritetty onnettomuusaste oli 0,38, kun edellisessä tutkimuksessa vastaava arvo oli 0,30 onn./milj.saap.ajon. Onnettomuusaste on siis noussut, mutta hvj-onnettomuusaste on puolestaan laskenut 0,08 hvj-onnettomuudesta 0,07 hvj-onnettomuuteen miljoonaa liittymään saapuvaa ajoneuvoa kohti. Kyseisiä liittymiä oli aiemmassa tutkimuksessa mukana 23 ja tässä tutkimuksessa 29. Kummankin tutkimuksen mukaan nelihaaraliittymissä tapahtui paljon rampilta risteävän tien yli suoraan ajavan ja risteävää tietä suoraan ajavan ajoneuvon välisiä onnettomuuksia. Edellisessä tutkimuksessa näistä onnettomuuksista noin puolet oli hvj-onnettomuuksia, kun vastaava osuus tämän tutkimuksen aineistossa oli neljännes. Nelihaaraliittymällisten eritasoliittymien tarkastelu on molemmissa tutkimuksissa tehty käsittelemällä eritasoliittymää kokonaisuutena eli ottamalla huomioon koko eritasoliittymän alueella tapahtuneet onnettomuudet sekä koko eritasoliittymän liikennemäärä. Tarkempia tuloksia nelihaaraisen ramppiliittymän turvallisuusvaikutuksia tulisi selvittää tutkimalla rampin ja päätien tai sivutien nelihaaraista tasoliittymää omana kokonaisuute-

naan eli ottamalla huomioon ainoastaan kyseisen kohdan liikennemäärä ja onnettomuudet.

Vuonna 2000 valmistuneessa tutkimuksessa erottui kahdeksan perusverkon eritasoliittymää, joissa tapahtui yli 15 onnettomuutta kahdeksan tarkasteluvuoden aikana. Kyseiset liittymät sijaitsivat vilkasliikenteisillä teillä ja sivutien liikenteen osuus oli keskimääräistä suurempi. Liittymistä kaksi sijaitsi kaksiajorataisilla teillä. Liittymien välittömässä läheisyydessä oli useita tienkäyttäjien havainnointia vaativia toimintoja, kuten linja-autopysäkkejä, liikenteenjakajia ja tasoliittymiä. Kaikki kyseiset kahdeksan eritasoliittymää olivat mukana myös tämän tutkimuksen aineistoissa, ja niistä kolmessa tapahtui jälleen yli 15 onnettomuutta. Yksi näistä kolmesta liittymästä oli muutettu kaksiramppisesta eritasoliittymästä puolirombiseksi liittymäksi, mutta onnettomuuksien määrä oli silti pysynyt keskimääräistä suurempana. Tämän tutkimuksen liittymistä jopa 48:ssä tapahtui yli 15 onnettomuutta. Näistä liittymistä 38 oli myös onnettomuusasteeltaan keskimääräistä suurempia. Näiden liittymien osalta voitiin tehdä samanlaiset havainnot kuin edellisen tutkimuksen liittymistä, joissa tapahtui runsaasti onnettomuuksia. Liittymissä oli keskimääräistä suurempi liikennemäärä ja sivutien liikenteen osuus sekä useita tienkäyttäjien havainnointia vaativia yksityiskohtia. Näistä kaksikymmentä liittymää sijaitsi kaksiajorataisilla teillä. Aineiston kaksiajorataisten kohteiden osuuden kasvu selittää sitä, miksi näiden kahden tutkimuksen välillä yli viidentoista onnettomuuden liittymien määrä on kasvanut.

Edellisessä tutkimuksessa oli viisi liittymää, joiden hvj-onnettomuusaste oli kolminkertainen silloiseen keskiarvoon (0,07 hvj-onn./milj.saap.ajon) nähden. Suurin hvj-onnettomuusaste oli teiden 130 ja 292 välisessä liittymässä; 0,28 hvj-onn./milj.saap.ajon. Kyseinen liittymä oli liikennemäärältään pieni yksiramppinen eritasoliittymä, jossa oli rampin päässä nelihaaraliittymä ja lähistöllä toinen eritasoliittymä. Hvj-onnettomuuksien keskiarvo on tämän tutkimuksen mukaan laskenut 0,06 hvj-onnettomuuteen miljoonaa liittymään saapuvaa ajoneuvoa kohti. Lisäksi aineistossa oli ainoastaan yksi liittymä, jossa arvo oli kolminkertainen, eli 0,18. Edellisen tutkimuksen hvj-onnettomuusasteeltaan suurimmassa liittymässä tapahtui tämän tutkimuksen tarkastelujakson aikana ainoastaan yksi onnettomuus ja hvj-onnettomuusaste oli nolla. Liittymän ominaisuuksissa ei kuitenkaan ole tapahtunut merkittäviä muutoksia tutkimusten välillä.

## 6.5 Tulosten luotettavuus

Yleistävien päätelmien tekeminen liittymätyypeille tutkimusaineiston perusteella on luotettavampaa niiden liittymätyyppien osalta, joissa otos oli laaja. Otoksen laajuuteen puolestaan vaikutti liittymätyyppien yleisyys tieverkolla sekä esimerkiksi tietojen puutteellisuuden takia aineistosta pois rajattujen tapausten lukumäärä. Taulukossa 26 on esitetty kaikkien liittymätyyppien osalta tierekisterissä olevien kohteiden lukumäärät sekä aineistoon mukaan otettujen liittymien määrät ja prosenttiosuudet.

Yksi- ja kaksiramppisia liittymiä oli aineistossa selvästi enemmän kuin muita liittymätyyppejä, mikä johtuu ennen kaikkea siitä, että kyseiset liittymätyypit ovat yleisimpiä perusverkon eritasoliittymätyyppejä Suomen tieverkolla. Yksi- ja kaksirampipisten liittymien osalta aineistoa voidaan pitää riittävän laajana ja tuloksia edustavina. Muiden liittymätyyppien aineisto oli lukumäärällisesti huomattavasti pienempi, mutta samalla nämä liittymätyypit ovat myös harvinaisempia tieverkolla. Taulukosta nähdään, että rombisten ja puolirombisten eritasoliittymien aineisto oli vähiten kat-

tava. Harvinaisempienkin liittymätyyppien prosenttiosuuksien perusteella voitaneen tutkimuksen tuloksia kuitenkin pitää suuntaa antavina ja kohtalaisen edustavina, joskaan ei täysin yleistettävänä.

*Taulukko 26. Eritasoliittymien lukumäärä liittymätyypeittäin tierekisterissä ja tämän työn tutkimusaineistossa sekä tutkimusaineiston prosenttiosuus.*

Eritasoliittymätyyppi	lkm, tierekisteri	lkm, aineisto	Aineiston %-osuus
Yksiramppinen	49	39	80 %
Kaksiramppinen	105	74	70 %
Kolmiramppinen	25	13	52 %
Puolineliapila	19	11	58 %
Puolirombinen	30	13	43 %
Rombinen	22	10	45 %
Suuntaisliittymä	10	6	60 %

Neliramppisissa liittymissä tapahtuneet onnettomuudet on otettu mukaan koko aineiston tarkasteluun, mutta kahden neliramppisen liittymän perusteella ei voida tehdä liittymäkohtaisia päätelmiä. Kolmi- ja neliramppisten liittymien käsittely omina liittymätyypeinään on oikeastaan yleistämistä, sillä nämä liittymätyypit ovat suunnitteluratkaisuiltaan vaihtelevampia kuin muut liittymätyypit.

Liittymätyyppien onnettomuusasteita voidaan verrata tilastollisesti testillä, joka vastaa kysymykseen: Onko tyyppin x liittymissä vähemmän onnettomuuksia suhteessa liittymään saapuvien ajoneuvojen määrään kuin tyyppin y ja z liittymissä? Testi ei siis todista määritettyjä onnettomuusasteita oikeiksi tai vääriksi, vaan ottaa kantaa siihen, **onko kahden liittymätyypin onnettomuusasteiden välinen ero tilastollisesti merkitsevä**. Tilastollinen testi perustuu Poisson-jakauman 95 % luottamusrajoihin. Tilastollisen tarkastelun periaate on esitetty liitteessä 3 ja tulokset on koottu taulukkoon 27. Koska henkilövahinko-onnettomuuksien tilastointiaste on suurempi kuin omaisuusvahinko-onnettomuuksien, on tämä tilastollinen tarkastelu suoritettu käytämällä henkilövahinko-onnettomuuksia.

*Taulukko 27. Liittymätyyppikohtaisten hvj-onnettomuusasteiden välinen tilastollinen merkitsevyys Poisson-jakauman 95 % luottamusrajojen perusteella. Liittymätyypit ovat suuruusjärjestyksessä hvj-onnettomuusasteen mukaan.*

Liittymätyyppi	Hvj-onn.aste	Hvj-onn.asteen 95 % luottamusrajat, Poisson-jakauma		Tilastollisesti merkitsevä ero
		Alaraja	Yläaraja	
Suuntaisliittymä	0,037	0,018	0,055	Kaksi- ja kolmiramppiset, puolineliapilat, rombiset
Yksiramppinen	0,046	0,033	0,058	Kolmiramppiset, puolineliapilat
Puolirombinen	0,046	0,030	0,062	Kolmiramppiset, puolineliapilat
Kaksiramppinen	0,053	0,044	0,062	Puolineliapilat
Rombinen	0,073	0,045	0,100	Yksi- ja kaksiramppiset, puolirombiset, suuntaisliittymät
Kolmiramppinen	0,078	0,053	0,103	Yksi- ja kaksiramppiset, puolirombiset, suuntaisliittymät
Puolineliapila	0,083	0,065	0,102	Yksi- ja kaksiramppiset, puolirombiset, suuntaisliittymät



Jos liittymätyyppin x hvj-onnettomuusaste mahtuu toisen liittymätyyppin hvj-onnettomuusasteen luottamusrajojen sisään, kyseisten liittymätyyppien hvj-onnettomuusasteet eivät eroa toisistaan tilastollisesti merkitsevästi. Taulukon oikean puoleisessa sarakkeessa on lueteltu liittymätyyppit, joista kyseisen rivin liittymätyyppi eroaa tilastollisesti merkitsevästi. Suuntaisliittymien henkilövahinko-onnettomuusaste oli liittymätyypeistä pienin (0,037). Tilastollisesti merkitsevästi se eroaa kaksi- ja kolmiramppisista sekä puolineliapilaliittymistä ja rombisista liittymistä. Yksiramppisten ja puolirombisten eritasoliittymien hvj-onnettomuusasteet olivat keskenään samat (0,046) ja liittymätyypeistä toiseksi pienimmät. Ero on tilastollisesti merkitsevä kolmiramppisten ja suuntaiseritasoliittymien hvj-onnettomuusasteeseen verrattuna. Kaksiramppisten eritasoliittymien hvj-onnettomuusaste oli 0,053, mikä eroaa tilastollisesti merkitsevästi puolineliapilaliittymistä. Rombisten eritasoliittymien hvj-onnettomuusaste oli 0,073 ja kolmiramppisten 0,078. Liittymätyypeistä suurin hvj-onnettomuusaste oli puolineliapilaliittymissä (0,083). Sekä rombisten, kolmiramppisten että puolineliapilaliittymien henkilövahinko-onnettomuusasteet eroavat tilastollisesti merkitsevästi yksi- ja kaksiramppisista, puolirombisista sekä suuntaiseritasoliittymistä.

Epävarmuuksia tämän tutkimuksen tuloksiin on voinut aiheutua liittymä- ja onnettomuustietojen virheellisyydestä tai epäselvyydestä. Merkittävä seikka tutkimustulosten kannalta on tierekisteriin tallennettujen onnettomuustietojen kattavuus. Etenkään omaisuusvahinko-onnettomuuksien osalta tilastot eivät sisällä kaikkia tapahtuneita onnettomuuksia. Hvj-onnettomuuksista ilmoitetaan omaisuusvahinko-onnettomuuksia useammin poliisille, ja kaikki kuolemaan johtaneet onnettomuudet päätyvät poliisin tiedoista viralliseen rekisteriin. Onnettomuuksien tapahtumapaikan kirjaamisen vaihtelevat käytännöt ovat aiheuttaneet jonkin verran epävarmuutta onnettomuustietoihin. Käytäntöjä on kuitenkin uudistettu, ja gps-laitteen koordinaattitietojen käyttäminen parantaa sijaintitiedon tarkkuutta. Aineiston tutkiminen on ollut lähinnä numeroarvojen tutkimista, joten näiden arvojen oikeellisuuteen liittyy myös epävarmuuksia. Onnettomuustiedot on tallennettu rekistereihin manuaalisesti, joten esimerkiksi näppäilyvirheet ovat mahdollisia. Aineiston käsittelyyn tutkimuksen aikana liittyy myös yhtä lailla inhimillinen virhemahdollisuus. Kokonaisuuden kannalta yksittäisten arvojen epävarmuus ei kuitenkaan ole ratkaisevaa. Tutkimuksessa määritetyt arvot, esimerkiksi onnettomuusasteet, ovat lähes samansuuruiset edellisen tutkimuksen kanssa, minkä perusteella tuloksia voidaan pitää uskottavina ja vertailukelpoisina.

## 7 Yhteenveto ja päätelmät

Tämän työn tavoitteena oli selvittää perusverkon eritasoliittymissä tapahtuneiden onnettomuuksien määrä, onnettomuusasteet, yleisimmät onnettomuustyytit sekä onnettomuuksien sijoittuminen liittymien vaikutusalueilla. Tutkimuksen tavoitteena oli myös analysoida perusverkon eritasoliittymien turvallisuuden kehitystä sekä tunnistaa suunnittelu- ja toteutusratkaisuiltaan riksialttiit liittymätyypit ja esittää kehitysehdotuksia eritasoliittymien turvallisuuden parantamiseksi. Työ koostui suunnitteluhjeita ja aiempia tutkimuksia käsittelevästä kirjallisuustutkimuksesta sekä liittymä- ja onnettomuustietojen empiirisestä tutkimuksesta ja tuloksien analysoinnista.

Tutkimusaineistossa oli 168 perusverkon eritasoliittymää, joista 121 sijaitsi yksiajorataisilla ja 47 kaksiajorataisilla teillä. Eritasoliittymät luokiteltiin suunnitteluhjeen mukaisiin liittymätyyppeihin; yksiramppisiin, kaksiramppisiin, puolirombisiin, rombiisiin, puolinelialipila- ja suuntaisliittymiin. Yksi- ja kaksiramppisten liittymien lisärampilliset variaatiot eli kolmi- ja neliramppiset erikoistapaukset luokiteltiin omiksi ryhmikseen. Neliramppisia liittymiä oli ainoastaan kaksi, joten tulosten perusteella ei voi tehdä yleistäviä päätelmiä kyseisestä liittymätyypistä. Onnettomuustiedot kerättiin vuosilta 2008–2015. Onnettomuuksien osalta aineistoon kuuluivat sekä omaisuusvahinko-onnettomuudet että loukkaantumiseen tai kuolemaan johtaneet henkilövahinko-onnettomuudet.

Tutkituissa eritasoliittymissä tapahtui tarkastelujakson aikana yhteensä 2388 onnettomuutta, joista 415 johti henkilövahinkoihin. Onnettomuuksissa loukkaantui yhteensä 550 henkilöä, ja onnettomuuksista 11 oli kuolemaan johtaneita. Henkilövahinko-onnettomuuksien osuus kaikista onnettomuuksista oli 17 %, mikä tarkoittaa, että 83 % onnettomuuksista oli omaisuusvahinko-onnettomuuksia. Kaksiajorataisten teiden eritasoliittymissä tapahtui enemmän onnettomuuksia kuin yksiajorataisissa, mutta hvj-onnettomuuksia tapahtui enemmän yksiajorataisten teiden eritasoliittymissä. Yksiajorataisten teiden liittymiä oli aineistossa 2,5-kertainen määrä kaksiajorataisiin verrattuna. Liittymätyypeistä eniten onnettomuuksia sekä hvj-onnettomuuksia tapahtui kaksiramppisissa liittymissä ja puolinelialipilaliittymissä. Vähiten onnettomuuksia tapahtui suuntaiseritasoliittymissä. Muiden liittymätyyppien kesken onnettomuudet jakautuivat melko tasaisesti.

Koko tutkimusaineistolle määritetty onnettomuusaste oli 0,34 ja hvj-onnettomuusaste oli 0,06 hvj-onn./milj.saap.ajon. Kaksiajorataisten teiden eritasoliittymien onnettomuusaste 0,39 ja hvj-onnettomuusaste 0,06 olivat suuremmat kuin yksiajorataisten vastaavat arvot: 0,30 kaikkien onnettomuuksien ja 0,05 hvj-onnettomuuksien osalta. Onnettomuusasteen laskennassa otetaan huomioon liikennemäärä, mutta tämän tutkimuksen aineiston perusteella oli havaittavissa trendi, jonka mukaan liikennemäärän kasvaessa myös onnettomuusaste kasvaa. Samanlainen yhteys oli havaittavissa myös liikennemäärän ja hvj-onnettomuusasteen välillä. Liittymiä, joiden onnettomuus- ja hvj-onnettomuusasteet olivat suuret, yhdisti lisäksi sivutien liikenteen suuri osuus sekä lähellä sijaitsevat muut eritaso- ja tasoliittymät. Liittymätyyppi-kohtaisessa tarkastelussa suuntaiseritasoliittymien onnettomuusaste 0,21 ja yksiramppisten eritasoliittymien onnettomuusaste 0,22 olivat liittymätyypeistä pienimmät. Kun jätetään huomiotta aineiston kaksi neliramppista eritasoliittymää, oli puolinelialipilaliittymien onnettomuusaste 0,44 liittymätyypeistä suurin. Muiden liittymätyyppien onnettomuusasteet vaihtelivat välillä 0,32–0,39. Myös henkilövahinko-onnettomuusaste oli pienin suuntaiseritasoliittymillä (0,04) ja suurin puolinelialipila-

liittymillä (0,08) ja kolmiramppisilla eritasoliittymillä (0,08). Muiden liittymätyyppien hvj-onnettomuusasteet olivat välillä 0,05–0,07.

Suurin osa (33 %) kaikista onnettomuuksista tapahtui sivutien ramppiliittymässä. Päätien ramppiliittymässä onnettomuuksia tapahtui 22 %. Päätiellä erkanemis- ja liittymisratkaisut ovat usein sivutietä korkeampilaatuisia, mikä selittää päätien ramppiliittymän turvallisuutta sivutien ramppiliittymään nähden. Päätien vaikutusalueella tapahtui 29 % onnettomuuksista, kun taas sivutien vaikutusalueella vastaava osuus oli 10 %. Vähiten onnettomuuksia tapahtui rampeilla: 7 % kaikista onnettomuuksista. Puolineliapilaliittymissä tapahtui kuitenkin muita liittymiä enemmän ramppionnettomuuksia. Tämän ja kyseisen liittymätyypin korkean onnettomuusasteen perusteella silmukkarampit lisäävät onnettomuusriskiä suoriin rampeihin verrattuna etenkin liukkaalla kelillä.

Onnettomuuksista 24 % oli kääntyvien ajoneuvojen onnettomuuksia. Oikealle käännäessä tapahtui 198 onnettomuutta ja vasemmalle käännäessä 272 onnettomuutta. Muita yleisiä onnettomuustyyppejä olivat suistuminen (21 %), peräänajo (20 %) ja eläinonnettomuus (10 %). Henkilövahinko-onnettomuuksista viidesosa oli suistumisia ja 15 % peräänajoja. Myös vasemmalle tai oikealle kääntyminen samoilla ajosuunnilla, vasemmalle kääntyminen vastaantulijan eteen ja kääntyminen vasemmalle risteävillä ajosuunnilla olivat yleisiä hvj-onnettomuustyyppejä. Yksi- ja kaksiramppisissa liittymissä tapahtui muita liittymätyyppejä enemmän jalankulkijoiden, polkupyöräilijöiden ja mopojen onnettomuuksia. Polkupyöräonnettomuudet keskittyivät rampin ja sivutien liittymään, sekä yksiramppisissa eritasoliittymissä myös rampin ja päätien liittymään. Mopo-onnettomuudet tapahtuivat useimmiten ajoradalla tai pyörätien jatkeella sivutien ramppiliittymässä ja sivutien vaikutusalueella.

Ramppiliittymien suunnitteluratkaisujen tarkempaa vaikutusten arviointia varten tulisi toteuttaa erillinen tutkimus, mutta tämän tutkimuksen perusteella voitiin kuitenkin tehdä joitakin havaintoja eri suunnitteluratkaisusta. Pää- tai sivutien ramppiliittymässä oleva nelihaaraliittymä lisää onnettomuusriskiä tavalliseen kolmihaaraliittymään verrattuna. Nelihaaraliittymissä on kolmihaaraliittymiä enemmän kuljettajan huomiota vaativia seikkoja, kuten suojateitä. Nelihaaraisissa ramppiliittymissä oli muita ramppiliittymiä enemmän risteäviin suuntiin liikkuvien ajoneuvojen välisiä onnettomuuksia sekä kääntymisiä vasemmalle vastaantulijan eteen. Kiertoliittymä sivutien ramppiliittymässä soveltuu kohteisiin, joissa sivutien liikenteen osuus on suuri. Kiertoliittymällä on mahdollista vähentää risteävien ja vastakkaisten ajosuuntien välisiä onnettomuuksia. Valo-ohjattuja ramppiliittymiä puolestaan käytetään vilkasliikenteisissä kohteissa lähellä palveluita. Näissä ramppiliittymissä onnettomuudet olivat useimmiten peräänajoja, vastakkaisten ja risteävien suuntien ajoneuvojen onnettomuuksia sekä polkupyörä- ja mopo-onnettomuuksia. Maantien ja kadun väliset eritasoliittymät ovat turvallisuuden kannalta ongelmallisia, sillä kyseisissä liittymissä siirrytään maantieympäristöstä katu ympäristöön, jolloin nopeusrajoitus muuttuu merkittävästi ja havainnoitavien seikkojen määrä kasvaa. Eritasoliittymän lähellä sijaitsevat liikennemäärää lisäävät toiminnot ja palvelut kasvattavat onnettomuusriskiä.

Päätien ramppiliittymät ovat useimmiten suuntaistasoliittymiä, joissa vasemmalle kääntyminen on estetty. Poikkeuksena tästä ovat jotkin yksiramppiset eritasoliittymät ja sen variaatiot. Erkanemis- ja liittymiskaistoja on rakennettu huomattavasti lisää 2000-luvulla ja ainoastaan kaikkein vähäliikenteisimmissä liittymissä ei nykyisin ole erkanemiskaistoja. Myös keskikaiteiden, saarekkeiden ja keskialueiden rakentaminen

on lisääntynyt, ja kohtaamisonnettomuudet ovat yleisesti vähentyneet. Kaikissa tutkimuksissa kaksiajorataisissa kohteissa oli ajosuunnat erotettu, ja tutkimuksen mukaan kohtaamisonnettomuuksia tapahtuikin enemmän yksiajorataisten teiden liittymissä kuin kaksiajorataisissa.

Vuonna 2000 valmistuneessa tutkimuksessa tarkasteltiin 95:ssä perusverkon eritasoliittymässä vuosina 1990–1997 tapahtuneita onnettomuuksia. Kyseisen tutkimuksen tuloksia verrattiin tämän tutkimuksen tuloksiin, joissa oli mukana 168 eritasoliittymää. Vertailun perusteella voidaan todeta perusverkon eritasoliittymien turvallisuuden parantuneen ja erityisesti onnettomuuksien vakavuuden lieventyneen. Henkilövahinko-onnettomuuksien osuus kaikista onnettomuuksista on pienentynyt 28 prosentista 19 prosenttiin. Yksiajorataisten teiden hvj-onnettomuusaste oli aiemmin 0,07, kun se tässä tutkimuksessa oli 0,05. Myös kaksiajorataisten teiden hvj-onnettomuusaste 0,08 on pienentynyt 0,06:een. Kuolemaan johtaneiden onnettomuuksien määrä on laskenut 16 onnettomuudesta 11 onnettomuuteen. Koko maantieverkolla tapahtuneet hvj-onnettomuudet ovat vähentyneet näiden kahden tutkimuksen tarkastelujaksojen välissä 16 % ja samanaikaisesti liikennemäärät ovat kasvaneet. Muutokset onnettomuusasteissa ovat kuitenkin suuremmat kuin tämä yleinen onnettomuuksien vähenemä, joten edellisen tutkimuksen jälkeen tehdyt toimenpiteet, kuten erkanemis- ja liittymiskaistojen sekä keskikaiteiden rakentaminen, ovat parantaneet liittymien turvallisuutta. Vastakkaisten ja risteävien ajosuuntien onnettomuuksien osuudet ovatkin pienentyneet, ja nykyisin onnettomuudet tapahtuvat useammin samaan suuntaan liikkuvien ajoneuvojen välillä.

Perusverkon eritasoliittymien turvallisuuden parantamisen toimenpiteet liittyvät erityisesti sivutien ja päätien ramppiliittymien turvallisuuden parantamiseen. Ramppien ja ramppiliittymän geometrisessa suunnittelussa tulisi kiinnittää huomiota siihen, että geometria on kuljettajan ennakoitavissa, ajonopeuden sovittaminen vaivatonta ja ympäristön tehokas havainnointi mahdollista. Silloin, kun ramppiliittymä on nelihaarainen, olisi turvallisuuden kannalta parempi ratkaisu toteuttaa kyseinen liittymä kiertoliittymänä tavallisen nelihaaraliittymän sijaan. Peräänajoihin ja risteämiskohdassa tapahtuneisiin onnettomuuksiin vaikuttaa merkittävästi tilannenopeus, johon vaikuttavat paitsi liittymän suunnittelu myös kuljettajan tekemät ratkaisut. Erityisesti lähekkäin toisiaan sijaitsevilla eritasoliittymissä tulisi kiinnittää huomiota erkanemis- ja liittymiskaistojen suunnitteluun.

Mahdollisia jatkotutkimustarpeita ilmeni esimerkiksi puolinelipilaliittymien silmukkaramppien kaarresäteiden turvallisuusvaikutuksissa. Myös ramppiliittymien eri suunnitteluratkaisujen, kuten nelihaara- ja suuntaistasoliittymien sekä erkanemis- ja liittymiskaistojen, tarkempi tutkiminen ennen-jälkeen-tutkimuksella nousi esille. Lisäksi eritasoliittymien vaikutusalueilla tapahtuneiden eläinonnettomuuksien yleisyyden tutkiminen ja vertaaminen koko maantieverkon eläinonnettomuustihyteen kertoisi, että ovatko liittymäalueet eläinonnettomuuksille alttiimpia kohtia kuin tieverkko keskimäärin. Sivutien sijoittamisella päätien ala- tai yläpuolelle ei havaittu tämän tutkimuksen aineistossa olleen vaikutusta onnettomuusasteisiin tai onnettomuuksien määrään. Sivutien sijainnin vaikutusta voisi kuitenkin tutkia jatkossa liittymätyypeittäin ja mahdollisesti ottaa mukaan analyysiin myös moottoriteiden eritasoliittymät, kuten kirjallisuustutkimuksessa esitellyssä norjalaisessa tutkimuksessa oli tehty.

Liittymätyyppien tarkastelun osalta päätelmät ovat luotettavimpia yksi- ja kaksiramppisten liittymien osalta, sillä niiden otoskoko oli suurin. Kyseisiä liittymätyyppejä on mahdollista verrata myös edellisen tutkimuksen tuloksiin, koska edellisessä tutkimuksessa aineisto oli jaoteltu yksi-, kaksi- ja useampiramppisiin liittymiin. Epävarmuuksia tutkimustuloksiin aiheutuu muun muassa onnettomuustietojen tilastointiasteesta, sillä ainoastaan kaikki kuolemaan johtaneet onnettomuudet päätyvät virallisiin tilastoihin. Muiden henkilövahinko- ja erityisesti omaisuusvahinko-onnettomuuksien osalta tilastot eivät ole yhtä kattavia. Onnettomuuspaikan kirjaamisen vaihtelevat käytännöt vaikuttavat myös onnettomuustietojen oikeellisuuteen. Tiedot päätyvät ensin poliisin kautta Tilastokeskukseen ja sieltä edelleen Liikennevirastolle ja tierekisteriin. Sekä onnettomuustietojen kirjaamiseen että tämän työn aikana tehtyyn aineiston käsittelyyn liittyy inhimillisten virheiden mahdollisuus. Yksittäisten arvojen epävarmuudella ei kuitenkaan ole kokonaisuuden kannalta huomattavaa merkitystä. Tutkimuksessa määritetyt arvot ovat lähes samansuuruisia kuin edellisessä tutkimuksessa, joten tuloksia voidaan pitää luotettavina ja vertailukelpoisina.

## Lähdeluettelo

Elvik, R., Høye, A., Vaa, T. & Sørensen, M. 2012. *Trafikksikkerhetshåndboken. 4. utgave*. Oslo: Transportøkonomisk institut. 821 s. ISBN 978-82-480-1399-0.

Jatkuvasti päivitetty online-versio saatavissa: <http://tsh.toi.no/>

Garber, N.J., Chowdhury, M.A. & Kalaputapu, R. 1992. *Accident characteristics of large trucks on highway ramps*. Washington D.C.: AAA Foundation for Traffic Safety. 52 s.

Hoffmann, S., Kölle, M. & Mennicken, C. 2000. *Kapazitaet von Verflechtungsstrecken an planfreien Knotenpunkten*. Straßenverkehrstechnik. Vol: 44:11. ISSN 0039-2219.

Høye, A. 2014. *Planskilte kryss. Trafikksikkerhetshåndboken, kapitlet 1.9*. Oslo: Transportøkonomisk institut. [Online]. Viitattu 21.4.2016. Saatavissa: <http://tsh.toi.no/doc625.htm>

Janson, B.N., Award, W., Robles, J., Kononov, J. & Pinkerton, B. 1998. *Truck accidents at freeway ramps: Data analysis and high-risk site identification*. Journal of Transportation and Statistics. Vol: 1:1. S.75-92. ISSN 1094-8848.

Kiviniemi, T. & Sainio, P. 2000. Miksi rekat kaatuvat? Raskaiden ajoneuvoyhdistelmien onnettomuudet, yleiskatsaus ja kaatumistapaukset vuonna 1998. Teknillinen korkeakoulu, Konetekniikan osasto, Autotekniikan laboratorio: Kehitystilanneraportti 2/2000. 55 s. ISBN 951-22-5016-0.

Kulmala, R. 1995. *Safety at rural three- and four-arm junctions. Development and application of accident prediction models*. VTT:n julkaisu 233. Espoo: Teknologian tutkimuskeskus VTT Oy. 104 s. ISBN 951-38-4771-3.

Knutsen, K. 2013. *Trafikkulykker i planskilte kryss. Ulykkesrisiko og design*. Diplomityö. NTNU, Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet, institutt for bygg, anlegg og transport. Trondheim. 84 s. Saatavissa: <http://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:644160/FULLTEXT01.pdf>

Liikenne- ja viestintäministeriö. 2014. *Yhteinen tie tulevaisuuteen. Liikenneturvallisuuden tulevaisuuskatsaus*. Liikenne- ja viestintäministeriön julkaisuja 25/2014. Liikenne- ja viestintäministeriö. 14 s. ISBN 978-952-243-4.

Liikennevirasto. 2013. *Tien suuntauksen suunnittelu*. Liikenneviraston ohjeita 30/2013. Helsinki: Liikennevirasto. 76 s. ISBN 978-952-255-340-9.

Liikennevirasto. 2014a. *Liikenneonnettomuudet maanteillä vuonna 2013*. Liikenneviraston tilastoja 7/2014. Helsinki: Liikennevirasto. 67 s. ISBN 978-952-317-006-3.

Liikennevirasto. 2014b. *Mopot taajamissa ajoradalle – onnettomuustarkastelu*. Liikenneviraston tutkimuksia ja selvityksiä 22/2014. Helsinki: Liikennevirasto. 48 s. ISBN 978-952-255-456-7.

Liikennevirasto. 2015a. *Hirvieläinonnettomuudet vuonna 2014*. Liikenneviraston tilastoja 8/2015. Helsinki: Liikennevirasto. 35 s. ISBN 978-952-317-119-0.

Liikennevirasto. 2015b. *Maanteiden liikenneturvallisuuskatsaus 2015. Tavoite, tilanne ja kustannuksia*, 22.10.2015. [Viitattu: 15.3.2016]. Saatavissa: Liikenneviraston intranet-sivut.

Liikennevirasto. 2015c. *Perusverkon eritasoliittymät. Suunnitteluohje*. Liikenneviraston ohjeita 39/2015. Helsinki: Liikennevirasto. 87 s. ISBN 978-952-317-203-6.

Liikenteen turvallisuusvirasto. 2015. Tieturvallisuusarviointi-koulutusaineisto 20.3.2015. [Online]. Viitattu 15.3.2016. Saatavissa: [http://www.trafi.fi/filebank/a/1448627802/ocd7c5dbdf8a7b850df26ca662cce112/19127-TTA\\_koulutusaineisto\\_\\_20150324\\_.pdf](http://www.trafi.fi/filebank/a/1448627802/ocd7c5dbdf8a7b850df26ca662cce112/19127-TTA_koulutusaineisto__20150324_.pdf)

Liikenteen turvallisuusvirasto. 2016. *Tieturvallisuusarviointitoiminta Suomessa. Nykytila, vaikuttavuus ja kehittäminen*. Trafin julkaisuja 3/2016. Helsinki: Liikenteen turvallisuusvirasto (Traf). 69 s. ISBN 978-952-311-131-8.

Liu, P., Chen, H., Lu, J., & Cao, B. 2010. *How lane arrangements on freeway mainlines and ramps affect safety of freeways with closely spaced entrance and exit ramps*. Journal of Transportation Engineering. Vol: 136:7. S. 614-622. DOI: 10.1061/(ASCE)TE.1943-5436.0000127.

Maier, R. & Berger, R. 2012. *Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen*. Schmale zweibahnig vierstreifige Landstraßen (RQ 21). Verkehrstechnik. Heft V 210. Bergisch Gladbach: BAST. 102 s. ISBN 978-3-86918-196-7.

McCartt, A.T., Shabanova Northrup, V. & Retting, R.A. 2004. *Types and characteristics of ramp-related motor vehicle crashes on urban interstate roadways in Northern Virginia*. Journal of Safety Research. Vol: 35:1. S. 107-114. DOI: 10.1016/j.jsr.2003.09.019.

Meewes, V. 2002. *Knotenpunktformen außerorts - Sicherheitsvergleich als Entscheidungshilfe*. Köln: Institut für Straßenverkehrstechnik.

Tiehallinto. 2001. *Tasoliittymät*. Tiehallinnon julkaisu 2100001-01. Helsinki: Oy Edita Prima Ab. ISBN 951-726-731-2.

Tiehallinto. 2008a. *Kiertoliittymien turvallisuus*. Tiehallinnon selvityksiä 8/2008. Helsinki: Oy Edita Prima Ab. ISBN 978-952-221-028-9.

Tiehallinto. 2008b. *Väistötilan ja pääsuunnan kääntymiskaistojen vaikutus liikenneturvallisuuteen*. Tiehallinnon sisäisiä julkaisuja 21/2008. Helsinki: Tiehallinto. ISSN 1459-1561.

Tielaitos. 1993. *Moottoriteiden eritasoliittymät, osa B*. Tielaitoksen julkaisu 2130008. Helsinki: Painatuskeskus Oy. ISBN 951-47-6843-4.

Tielaitos. 1994. *Moottoriteiden eritasoliittymät, osa A*. Tielaitoksen julkaisu 2130009. Helsinki: Painatuskeskus Oy. ISBN 951-47-6844-2.

Tielaitos. 1996. *Korkealuokkaisten väylien liikennevalojen turvallisuus*. Tielaitoksen selvityksiä 67/1996. Helsinki: Tielaitos. 44 s. ISBN 951-726-289-2.

Tielaitos. 2000a. *Perusverkon eritasoliittymien turvallisuus*. Tielaitoksen selvityksiä 21/ 1999. Helsinki: Oy Edita Ab. ISBN 951-726-540-9.

Tielaitos. 2000b. *Perusverkon eritasoliittymien turvallisuus*. Tielaitoksen selvityksiä 21/ 1999. Helsinki: Oy Edita Ab. ISBN 951-726-540-9.

Tilastokeskus. 2014. *Tieliikenneonnettomuudet 2013*. Suomen virallinen tilasto. ISBN 978-952-244-477-6.

Tervonen, J., Ristikartano, J. & Sorvoja, S. 2010. *Tieliikenteen ajokustannusten yksiköarvojen määrittäminen*. Liikenneviraston tutkimuksia ja selvityksiä 22/2010. Helsinki: Liikennevirasto. 50 s. ISBN 978-952-255-039-2.

Trafikverket. 2016. *Effektsamband för transportsystemet. Bygg om eller bygg nytt. Kapitel 6 Trafiksäkerhet*. Rapport. Borlänge: Trafikverket. Saatavilla: [http://www.trafikverket.se/contentassets/0ebc841761f74f56b31c6eba59511bca/kapitel\\_6\\_trafiksakerhet.pdf](http://www.trafikverket.se/contentassets/0ebc841761f74f56b31c6eba59511bca/kapitel_6_trafiksakerhet.pdf)

VTI (Statens väg- och transportforskningsinstitut). 2008. *Trafiksäkerhetseffekter av åtgärder och tillståndsförändringar*. VTI:n rapporti 610. Linköping: VTI. ISSN 0347-6030.

Vägverket. 2004. *Vägar och gators utformning, VGU*. Luvut Korsningar ja Trafikplatser. Julkaisu 80:2004. Borlänge: Vägverket. ISSN 1401-9612.

Wold, H. 1995. *Trafikkulykker i planskilte kryss*. Diplomityö. NTH, Norges tekniske høgskole, institutt for samferdselsteknikk. Trondheim.

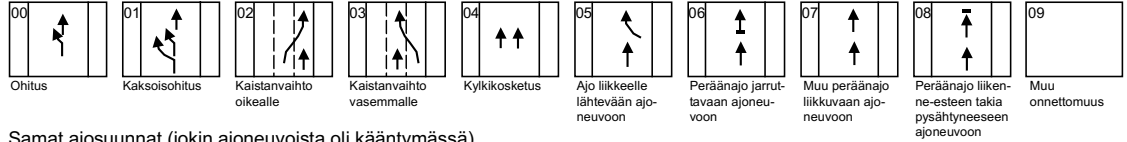
## Haastattelut

Sarjamo, S. 2016. Projektipäällikkö. Liikennevirasto, tieto-osasto. Liikennevirasto, PL 33, 00521 Helsinki. Sähköpostikeskustelu 15.6.2016 ja 23.6.2016.

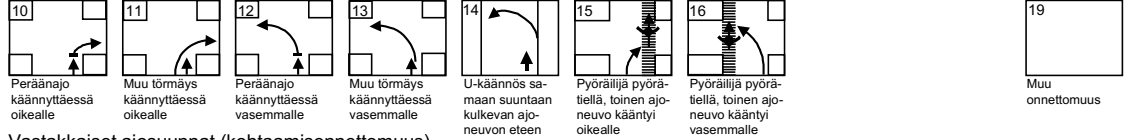


# Liikenneonnettomuustyyppikuvasto

## 0 Samat ajosuunnat (mikään ajoneuvoista ei ollut kääntymässä)



## 1 Samat ajosuunnat (jokin ajoneuvoista oli kääntymässä)



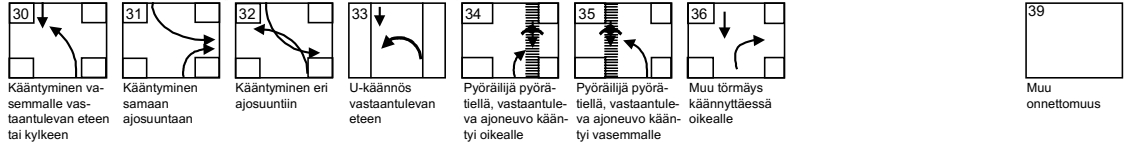
## 2 Vastakkaiset ajosuunnat (kohtaamisonnettomuus)



### HUOM:

Kuvastossa olevia koodeja 09, 19, 29 jne. voidaan käyttää, jos tyyppikuvastosta ei löydy suoraan onnettomuutta kuvaavaa tyyppiä, mutta se kuuluu selvästi johonkin ryhmään. Yrittäkää välttää tyyppiä 99.

## 3 Vastakkaiset ajosuunnat (jokin ajoneuvoista oli kääntymässä)

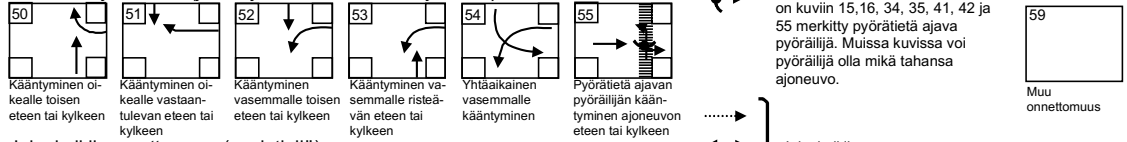


## 4 Risteävät ajosuunnat



**Ajoneuvo:** Kuvastossa tarkoitetaan ajoneuvolla TLA 2 §:ssä määritellyn kulkuneuvojen lisäksi myös raitiovaunua.

## 5 Risteävät ajosuunnat (jokin ajoneuvoista oli kääntymässä)

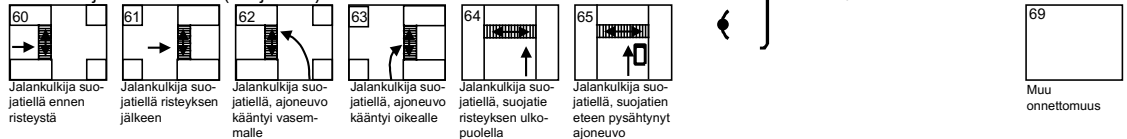


**Polkupyörä (mopo):** Kuvastossa on kuviin 15, 16, 34, 35, 41, 42 ja 55 merkitty pyörätietä ajava pyöräilijä. Muissa kuvissa voi pyöräilijä olla mikä tahansa ajoneuvo.

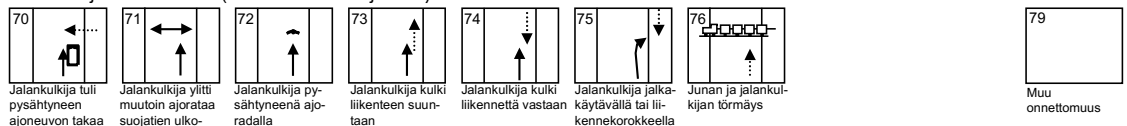


**Jalankulkija**

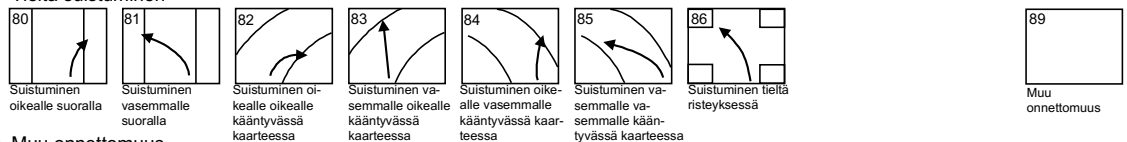
## 6 Jalankulkijaonnettomuus (suojatiellä)



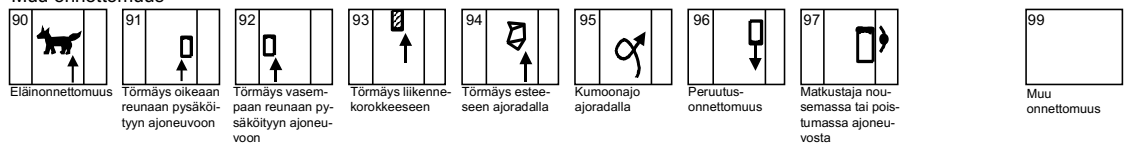
## 7 Jalankulkijaonnettomuus (muualla kuin suojatiellä)



## 8 Tieltä suistuminen



## 9 Muu onnettomuus



## Aineiston eritasoliittymät liittymätyypeittäin

Liittymätyyppi	Solmu-numero	Päätie	Sivutie	Ajoradat	Onn. lkm kaikki / hvj	Onn.aste kaikki / hvj
Yksiramppiset eritasoliittymät	10262	25	186	1	1 / 0	0,05 / 0,00
	10279	50	11281	1	9 / 1	0,22 / 0,02
	10814	130	1301	2	11 / 3	0,30 / 0,08
	10846	25	110	1	13 / 2	0,31 / 0,05
	10857	11556	11557	1	11 / 4	0,20 / 0,07
	10911	152	11556	1	25 / 3	0,52 / 0,06
	10923	140	152	1	8 / 1	0,19 / 0,02
	11046	11466	11589	1	6 / 0	0,15 / 0,00
	11061	25	1215	1	5 / 2	0,19 / 0,07
	11177	140	11697	1	12 / 2	0,31 / 0,05
	11200	25	120	1	2 / 1	0,07 / 0,03
	11305	2	1241	1	3 / 1	0,16 / 0,05
	11428	6	170	1	2 / 0	0,09 / 0,00
	11437	130	1321	1	3 / 1	0,17 / 0,06
	11513	25	132	1	2 / 1	0,07 / 0,04
	11641	25	11355	1	4 / 1	0,13 / 0,03
	11787	25	1421	1	15 / 4	0,33 / 0,09
	11884	130	143	1	4 / 1	0,14 / 0,03
	20555	2200	12191	1	17 / 3	0,35 / 0,06
	21029	9	12435	1	2 / 0	0,06 / 0,00
	21080	9	12441	1	4 / 1	0,12 / 0,03
	21538	43	12363 ja 12483	1	1 / 0	0,05 / 0,00
	22564	2	269	1	3 / 0	0,17 / 0,00
	30164	15	170	1	10 / 2	0,32 / 0,06
	30900	46	14597	1	2 / 0	0,18 / 0,00
	30950	46	3662	1	7 / 1	0,57 / 0,08
	33614	62	160	1	1 / 0	0,04 / 0,00
	40167	130	13822	1	8 / 2	0,25 / 0,06
	40239	54	130	2	8 / 2	0,32 / 0,08
	40718	130	292	1	1 / 0	0,05 / 0,00
	41636	46	140	1	4 / 0	0,32 / 0,00
	43764	65	2773	1	3 / 0	0,12 / 0,00
	82283	73	15880	1	0 / 0	0,00 / 0,00
	91114	13	648	1	5 / 2	0,18 / 0,07
	103332	8	13	1	16 / 5	0,27 / 0,08
	103488	13	18045	1	1 / 0	0,12 / 0,00
	103602	19	66	1	14 / 5	0,34 / 0,12
	120709	7980	18405	1	0 / 0	0,00 / 0,00
	122387	847	8155	1	18 / 3	0,25 / 0,04

<b>Liittymätyyppi</b>	<b>Solmu-numero</b>	<b>Päätie</b>	<b>Sivutie</b>	<b>Ajoradat</b>	<b>Onn. lkm kaikki / hvj</b>	<b>Onn.aste kaikki / hvj</b>
Kaksirampiset eritasoliittymät	10119	51	186	1	6 / 1	0,29 / 0,05
	10171	25	51	1	17 / 1	0,50 / 0,03
	10375	50	1130	1	11 / 3	0,16 / 0,04
	10970	130	132	1	17 / 5	0,29 / 0,09
	11008	148	1521	1	11 / 1	0,33 / 0,03
	11344	130	1311	2	21 / 1	0,56 / 0,03
	11820	130	1361	1	3 / 2	0,06 / 0,04
	12143	6	1761	1	5 / 2	0,23 / 0,09
	20346	110	1870 ja 2410	1	0 / 0	0,00 / 0,00
	20662	185	40	1	25 / 2	0,39 / 0,03
	21500	9	213	1	13 / 1	0,24 / 0,02
	22042	2	12 ja 41	1	14 / 1	0,36 / 0,03
	22048	8	12	2	52 / 10	0,78 / 0,15
	30047	170	3561	1	3 / 0	0,37 / 0,00
	30749	15	373	2	5 / 0	0,20 / 0,00
	30814	15	370	1	18 / 4	0,44 / 0,10
	31970	6	14930	1	1 / 0	0,09 / 0,00
	32421	5	13	2	62 / 5	0,66 / 0,05
	33593	5	15089 ja 15104	1	0 / 0	0,00 / 0,00
	33709	6	360	1	3 / 2	0,13 / 0,09
	33718	5	419	1	3 / 0	0,13 / 0,00
	33762	5	15322	1	3 / 0	0,17 / 0,00
	33901	6	14852	2	6 / 1	0,15 / 0,02
	33905	6	3932	2	11 / 2	0,22 / 0,04
	40405	2	282	1	8 / 3	0,41 / 0,15
	40432	130	2896 ja 2874	1	6 / 3	0,28 / 0,14
	40458	2	2804	2	6 / 0	0,21 / 0,00
	40474	10	2804	1	6 / 1	0,20 / 0,03
	40537	2	10	1	14 / 2	0,37 / 0,05
	40538	10	284	1	7 / 0	0,25 / 0,00
	40596	54	295	1	4 / 0	0,19 / 0,00
	40937	10	130	2	9 / 1	0,17 / 0,02
	40952	2	9	1	7 / 2	0,26 / 0,07
	40991	24	140	1	11 / 1	0,19 / 0,02
	41433	24	313	1	5 / 1	0,14 / 0,03
	41950	5	15061	1	3 / 2	0,12 / 0,08
	41950	15019	15061	1	4 / 0	0,17 / 0,00
	41988	12	252	1	9 / 1	0,25 / 0,03
	42486	11	2624	2	9 / 1	0,35 / 0,04
	42520	9	338	1	27 / 6	0,38 / 0,08
	43319	3	23	1	10 / 3	0,44 / 0,13
	43640	12	10 ja 53	1	7 / 3	0,25 / 0,11
	43763	3	65	2	50 / 4	0,64 / 0,05
	43774	9	13720	1	44 / 1	1,77 / 0,04
	43775	9	190	1	13 / 2	0,53 / 0,08
	82654	6	75	1	5 / 1	0,32 / 0,06

<b>Liittymätyyppi</b>	<b>Solmu-numero</b>	<b>Päätie</b>	<b>Sivutie</b>	<b>Ajoradat</b>	<b>Onn. lkm kaikki / hvj</b>	<b>Onn.aste kaikki / hvj</b>
Kaksiramppiset eritasoliittymät	83262	9	16196	1	1 / 0	0,06 / 0,00
	83417	5	15024	2	1 / 0	0,04 / 0,00
	83426	5	428 ja 4163	2	3 / 0	0,14 / 0,00
	90490	9	6181	1	3 / 0	0,09 / 0,00
	90677	9	641	1	4 / 0	0,18 / 0,00
	91370	4	26531	1	4 / 2	0,16 / 0,08
	91837	9	6090	1	19 / 5	0,41 / 0,11
	91857	9	16588	1	4 / 1	0,11 / 0,03
	91868	9	18	2	37 / 6	0,41 / 0,07
	91895	637	26562	1	8 / 2	0,23 / 0,06
	100147	8	663	1	7 / 2	0,18 / 0,05
	100374	8	67	1	3 / 0	0,31 / 0,00
	100481	3	6920	1	4 / 0	0,13 / 0,00
	100706	18	66	1	12 / 2	0,43 / 0,07
	100712	18	17263	1	3 / 0	0,15 / 0,00
	100750	19	17277 ja 17290	1	1 / 1	0,06 / 0,06
	101799	16	19	1	21 / 5	0,70 / 0,17
	102309	8	8	2	41 / 4	0,62 / 0,06
	103103	8	741	1	7 / 1	0,26 / 0,04
	103138	8	68	1	21 / 3	0,57 / 0,08
	103186	68	749	1	18 / 2	0,50 / 0,06
	103637	18	717	1	7 / 1	0,29 / 0,04
	121058	5	8803 ja 8990	1	18 / 4	0,70 / 0,16
	123446	5	8807	1	22 / 3	0,67 / 0,09
	140015	4	9241	1	7 / 3	0,28 / 0,12
	140900	4	9523	1	10 / 5	0,30 / 0,15
	200116	9	6411 ja 6183	1	3 / 0	0,15 / 0,00
	200148	9	230 ja 284	1	12 / 1	0,55 / 0,05
Kolmiramppiset eritasoliittymät	10059	25	21560	1	11 / 1	0,25 / 0,02
	10371	25	112	1	9 / 3	0,32 / 0,11
	11005	2	25	1	19 / 5	0,30 / 0,08
	11255	25	11291	1	5 / 0	0,33 / 0,00
	11666	25	130	2	17 / 3	0,45 / 0,08
	12178	103	170	2	27 / 7	0,43 / 0,11
	22266	2	43 ja 2460	1	33 / 4	0,89 / 0,11
	30910	6	26	1	2 / 0	0,07 / 0,00
	33900	6	14840	2	9 / 5	0,20 / 0,11
	41906	190	3041	1	11 / 2	0,33 / 0,06
	42850	9	58	1	17 / 3	0,35 / 0,06
	80249	23	4681	1	8 / 1	0,34 / 0,04
	83427	5	368 ja 429	2	14 / 4	0,62 / 0,18
Neliramppiset eritasoliittymät	11969	101	120	2	160 / 28	0,57 / 0,10
	22434	11	2551	2	10 / 2	0,21 / 0,04

Liittymätyyppi	Solmu-numero	Päätie	Sivutie	Ajoradat	Onn. lkm kaikki / hvj	Onn.aste kaikki / hvj
Puolineliapila-liittymät	10672	50	120	2	56 / 9	0,32 / 0,05
	12017	135	138	2	19 / 6	0,21 / 0,07
	20476	110	2221	2	19 / 6	0,40 / 0,12
	20653	10	40	2	103 / 17	1,00 / 0,17
	20705	40	222	2	47 / 10	0,39 / 0,08
	22458	2	Luvianpuistokatu ja Maamiehenkatu, Pori	1	57 / 9	0,63 / 0,10
	22472	2	8	2	30 / 7	0,47 / 0,11
	31220	6	387	2	33 / 5	0,53 / 0,08
	102262	8	717, Huutoniementie, Vaasa	1	35 / 5	0,54 / 0,08
	103570	18	19	2	18 / 6	0,25 / 0,08
	140876	4	81	2	10 / 0	0,15 / 0,00
Puolirombiset liittymät	10456	50	11357	2	15 / 1	0,16 / 0,01
	10585	50	11365	2	24 / 4	0,20 / 0,03
	22310	2	2170	1	14 / 4	0,35 / 0,10
	22465	2	8	1	35 / 5	0,40 / 0,06
	23021	8	192	2	27 / 2	0,31 / 0,02
	23297	185	1851	2	33 / 3	0,41 / 0,04
	32350	5	431	1	8 / 2	0,26 / 0,07
	33692	5	14	1	16 / 3	0,53 / 0,10
	33737	5	464	2	6 / 1	0,27 / 0,04
	44055	3	2595	1	9 / 0	0,22 / 0,00
	82703	5	27	1	12 / 3	0,44 / 0,11
	83246	5	23	2	17 / 4	0,42 / 0,10
	83292	6	73	2	17 / 2	0,53 / 0,06
	12146	6	176	1	7 / 1	0,29 / 0,04
Rombiset liittymät	22976	2	11	2	34 / 7	0,61 / 0,13
	23048	40	12275	2	15 / 2	0,35 / 0,05
	23056	2	2140 ja 2470	1	12 / 1	0,54 / 0,04
	31292	6	13	2	33 / 7	0,51 / 0,11
	33734	5	455	1	12 / 1	0,55 / 0,05
	33876	6	3931 ja 4071	2	3 / 0	0,06 / 0,00
	33891	6	13	2	14 / 3	0,35 / 0,08
	82570	5	563 ja 5824	2	7 / 2	0,27 / 0,08
	91967	4	69	1	12 / 4	0,31 / 0,10
Suuntaiseritaso-liittymät	10477	50	110	2	6 / 2	0,05 / 0,02
	10489	50	11337	2	19 / 5	0,17 / 0,04
	22481	8	Karjarannantie, Pori	1	15 / 4	0,27 / 0,07
	82290	5	5646 ja 16320	1	3 / 0	0,10 / 0,00
	82667	5	16222	1	7 / 2	0,31 / 0,09
	90488	9	6018	2	41 / 3	0,43 / 0,03

# Liittymätyyppien hvj-onnettomuusasteiden tilastollinen arviointi

Tässä esitetty tilastollinen testi vastaa kysymykseen: onko tyyppin X liittymissä vähemmän henkilövahinko-onnettomuuksia suhteessa liittymään saapuvien ajoneuvojen määrään kuin tyyppin Y ja Z liittymissä? Testillä tarkastellaan, onko kahden liittymätyypin hvj-onnettomuusasteiden välinen ero tilastollisesti merkitsevä. Tarkastelun lähtötiedot on esitetty taulukossa 1.

*Taulukko 1. Lähtötiedot*

Liittymätyyppi	Liittymiä kpl	Hvj-onn. lkm 2011-2015	Liittymään saapuvat ajon./ vrk ja liittymä
Yksiramppinen	39	54	10 403
Kaksiramppinen	74	135	11 728
Kolmiramppinen	13	38	12 845
Puolinelipila	11	80	29 906
Puolirombinen	13	34	19 466
Rombinen	10	28	13 209
Suuntaisliittymä	6	16	24 403

Hvj-onnettomuusmäärälle määritettiin 95 % luottamusrajat Poisson-jakauman mukaan seuraavasti: alaraja kaavalla  $x - 2\sqrt{x}$  ja yläraja kaavalla  $x + 2\sqrt{x}$ , missä  $x$  = hvj-onnettomuuksien lukumäärä tarkastelujakson aikana. Onnettomuusaste laskettiin, kuten luvussa 4.3 on esitetty. Hvj-onnettomuusasteen luottamusrajat on laskettu kaavalla:

$$\frac{\sum_{i=1}^n N_i}{\sum_{i=1}^n KVL \times L_i \times 365 \times 10^{-6}},$$

missä  $N_i$  = hvj-onnettomuusmäärän alaraja / yläraja,  $KVL$  = liittymään saapuvat ajoneuvot,  $L_i$  = 8 (tarkasteluvuosien mukaan) sekä  $n$  = liittymien lukumäärä. Laskennan tulokset on esitetty taulukossa 2.

*Taulukko 2. Hvj-onnettomuusmäärän sekä hvj-onnettomuusasteen Poisson-jakauman 95 % luottamusrajat.*

Liittymätyyppi	Hvj-onn. määrän luottamusrajat		Hvj-onn.aste (onn./ milj. saap.ajon)	Hvj-onn.asteen luottamusrajat	
	alaraja	yläraja		alaraja	yläraja
Yksiramppinen	39	69	0,046	0,033	0,058
Kaksiramppinen	112	158	0,053	0,044	0,062
Kolmiramppinen	26	50	0,078	0,053	0,103
Puolinelipila	62	98	0,083	0,065	0,102
Puolirombinen	22	46	0,046	0,030	0,062
Rombinen	17	39	0,073	0,045	0,100
Suuntaisliittymä	8	24	0,037	0,018	0,055

Mikäli liittymätyypin X hvj-onnettomuusaste mahtuu toisen liittymätyypin hvj-onnettomuusasteen luottamusrajojen sisään, kyseisten liittymätyyppien hvj-onnettomuusasteet eivät eroa toisistaan tilastollisesti merkitsevästi.



